This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Compendium

der

vergleichenden Anatomie.

Zum Gebrauche für Studierende der Medizin.

Von

Dr. Bernhard Rawitz,
Privatdozenten an der Universität Berlin.

Mit 90 Abbildungen im Texte.

Leipzig 1893.
Verlag von H. Hartung & Sohn
(G. M. Herzog).

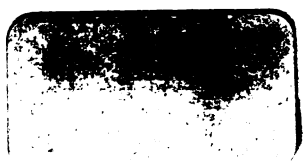
LANE LIBRARY

LANE

MEDICAL LIBRARY

GIFT
Dr. Horace Gray

AMERICAN BANK NOTE CO. LITHO.



der Zoologie; Boas, Lehrbuch der Zoologie; Leunis, Synopsis des Tierreiches, bearbeitet von Hubert Ludwig; Gegenbaur, Grundrifs der vergleichenden Anatomie; Wiedersheim, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere; Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie; Balfour, Vergleichende Entwicklungsgeschichte; Hertwig, Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere; Korschelt und Heider, Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere.

Möge das Compendium nach seinen Kräften dazu beitragen, den Sinn für naturwissenschaftliche Studien unter den jungen Medizinern zu heben, denen die Vorstellung, dafs die Medizin in erster Linie eine Naturwissenschaft ist, ganz abhanden gekommen zu sein scheint.

Berlin, Juli 1892.

Rawitz.

Inhalt.

		Seite
A. Allgemeiner Teil		1
Einleitung		1
1. Die Zelle		2
2. Organe und Organsysteme		4
3. Die Grade der Gleichartigkeit		5
4. Die Ursachen der Gleichartigkeit		8
5. Fortpflanzung und Entwicklung		9
6. Descendenztheorie		11
7. Das zoologische System		14
B. Spezieller Teil		16
I. Typus.	Protozoa	16
II. Typus.	Coelenterata oder Zoophyta	22
	1. Subtypus. Gastraeadae	22
	2. Subtypus. Porifera oder Spongiaria	24
	3. Subtypus. Cnidaria	28
III. Typus.	Plathelminthes oder Platodes	43
IV. Typus.	Vermes	58
	Anhang. Enteropneusta	75
V. Typus.	Echinodermata	76
VI. Typus.	Arthropoda	85
	1. Subtypus. Branchiata	85
	2. Subtypus. Tracheata	100
VII. Typus.	Mollusca	120
VIII Typus.	Tunicata	141
IX Typus.	Vertebrata	149
	Haut und Hautskeletsystem	171
	Bewegungssystem	174
	Nervensystem und Sinnesorgane	220
	Ernährungssystem	233
	Cirkulations- und Atmungssystem	241
	Uro-poëtisches System	260

A. Allgemeiner Teil.

Einleitung.

Zwei Richtungen der Forschung schlägt diejenige Wissenschaft ein, deren Objekt das Tierreich ist. In der einen bilden die Funktionen des Tierkörpers und die Zurückführung derselben auf mechanische Gesetze das zu erstrebende Ziel. In der anderen sind die Form und die Teile des Körpers, also die Substrate, an welche die Funktionen geknüpft sind, Gegenstand der Untersuchung. Der Teil der Wissenschaft, welcher sich in der erstbezeichneten Richtung bewegt, heifst Physiologie, der Teil, der die zweite, hier allein interessierende einhält, Morphologie.

Zum Verständnisse einer tierischen Organisation ist die Erkennung von deren Sein und Werden notwendig; man mufs wissen, wie und warum ist die Form so und nicht anders beschaffen. Das Wie sucht die Anatomie, das Warum die Ontogenie (Entwicklungsgeschichte) zu ergründen.

Die Ontogenie zeigt uns das Werden der tierischen Individualität aus einfachen Anfängen zur verwickelten Struktur. Da aber das Einzelwesen, bez. die Kategorie, zu der dasselbe gehört, nicht losgelöst von den übrigen Formen vorhanden ist, sondern das Resultat eines geologischen (erdgeschichtlichen) Werdeprozesses darstellt, so führt die Ontogenie, d. h. die individuelle Entwickelung zur Phylogenie, d. i. der Entwickelung des Formkreises, dem das Untersuchungsobjekt zugerechnet wird. Phylogenie und Ontogenie ergänzen also einander und die eine kann ohne die andere erfolgreich nicht diskutiert werden.

Die Anatomie lehrt das Sein der Organismen. Untersucht sie die Grundformen derselben, so heifst sie allgemeine Anatomie oder Promorphologie; beschäftigt sie sich dagegen mit der Zusammensetzung des Körpers aus einzelnen Teilen, so wird sie spezielle Anatomie genannt. Ein Zweig der letzteren ist die Histiologie, d. i. diejenige Wissenschaft, welche die feinere Struktur der einzelnen in die Zusammensetzung des Körpers eingehenden Teile zu erkennen strebt, um dadurch zu einem Einblicke in die Lebensäufserungen der letzten Formbestandteile, der Zellen, zu gelangen.

Begnügt sich die Anatomie mit der Erforschung und Schilderung der Zusammensetzung des Tierkörpers, verfährt sie also rein analytisch, so ist sie deskriptive Anatomie. Damit ist aber zugleich ein Verzicht auf eine Erklärung der Forschungsresultate ausgesprochen. Ist die Erklärung aber das Wesentliche, so genügt die einfache Beschreibung nicht, sie ist nur Mittel, und es mufs derselben die Vergleichung hinzugefügt werden. Durch Aufsuchen der den einzelnen Formenkategorieen gemeinsamen und sie unterscheidenden Züge, durch Synthese und Deduktion wird das Ziel erreicht. Dann heifst die Anatomie vergleichende (komparative) Anatomie (anatomia comparata).

1. Die Zelle.

In jedem Zweige der anatomischen Forschung also bilden die einzelnen Teile des Tierkörpers das nächste Ziel; wie sind nun diese Teile beschaffen?

Die mikroskopische Untersuchung hat gezeigt, dafs das letzte Formelement eines jeden tierischen (und pflanzlichen) Körpers die Zelle ist. Die Differenzierungen derselben und ihre Produkte sind die Grundlage der einzelnen Körperbestandteile.

Auf der Stufe der einfachen, selbständigen Zelle, als ein formwechselndes Klümpchen einer chemisch als Eiweifs zu betrachtenden Substanz (Protoplasma, Plasma) erscheint das Tierleben zunächst. Differenzierungen beträchtlicher Art sind im allgemeinen noch nicht vorhanden; das mit Bewegungsfähigkeit ausgestattete Klümpchen lebendigen Eiweifses hat alle Verrichtungen der komplizierteren Formen, es vermag sich zu ernähren und sich fortzupflanzen und besitzt Irritabilität.

In den höheren Organismen giebt die einzelne Zelle ihre Selbständigkeit auf und verliert dadurch die Fähigkeit, alle zur Erhaltung des Lebens nötigen Verrichtungen selber auszuführen. Es greift vielmehr eine Differenzierung (Arbeitsteilung) Platz, infolge deren verschiedenartige und verschiedenwertige Zellgruppen entstehen, an welche die Funktionen gebunden sind. Die Zelle erscheint nunmehr als Fortpflanzungs-, Epithel-, Bindesubstanz-, Blut-, Nerven- und Muskelzelle.

Die Fortpflanzungszellen, Ei- und Samenzellen, vereinigen sich und sind dadurch befähigt, einen neuen Organismus zu bilden. Unter gewissen Verhältnissen, die später zu besprechen sein werden, kann die Eizelle allein, ohne Dazutreten des Samens, einen neuen Tierkörper hervorbringen.

Die Epithelzelle stellt sich unter verschiedenen Formen dar. Sie bildet an ihrer freien Fläche einen cuticularen Saum (Epidermiszelle), oder sie bildet Flimmerhaare oder Geifseln (Flimmer- oder Geifselzelle), oder sie ist auf ihrer freien Fläche mit Sinneshaaren besetzt (Sinneszelle), oder sie sondert aus dem ihr zugeführten Nährmateriale besondere Stoffe aus (Drüsenzelle), oder endlich sie bildet ein Depot für den Stoffwechsel unbrauchbar gewordener Bestandteile (Pigmentzelle).

Die Bindesubstanzzellen sondern Substanzen verschiedenartigster Struktur, sogenannte Intercellularsubstanzen, ab, die sich mit denen benachbarter Zellen vereinigen und so ein Gewebe bilden. Durch das letztere werden die Teile eines Organes und die Organe unter einander verbunden; man nennt daher das Gewebe Bindegewebe. Zu den Bindegeweben oder -substanzen gehören auch die skeletogenen Gewebe. Man kann folgende Arten der Bindesubstanzen unterscheiden: Sekretgewebe oder Gallertgewebe, Bindegewebe sensu strictiori (blasiges, fibrilläres, reticuläres), Knorpel und Knochen.

Die Blutzelle, die in einer sogenannten flüssigen Intercellularsubstanz, dem Blutplasma, in bestimmten Gebilden des tierischen Körpers bewegt wird, erscheint als farblose und farbige Blutzelle. Die erstere findet sich bei allen Wirbellosen allein, bei den Wirbeltieren in Gemeinschaft mit der letzteren, dem verschiedenartig gestalteten roten Blut-

körperchen. Das Blutplasma ist bei einigen Wirbellosen gefärbt (rot, blau, grün), bei den Wirbeltieren stets farblos.

Die Muskelzelle, deren Kontraktilität die Bewegungen der einzelnen Körperteile und des ganzen Körpers ermöglicht, läfst entweder keine weiteren Differenzierungen erkennen (glatte Muskeln oder kontraktile Faserzellen) oder zeigt eine sehr hochgradige Sonderung (quergestreifte Muskeln). Bei vielen Wirbellosen und in manchen Organen von Wirbeltieren finden sich verästigte Muskeln.

Die Nervenzelle oder Ganglienzelle, die als Ausgangspunkt motorischer Impulse oder als Endpunkt sensibler Eindrücke fungiert, ist entweder mit nur einem Fortsatze (unipolar) oder mit zweien (bipolar) oder mit vielen (multipolar) versehen. Mit derselben in Verbindung stehen die Nervenfasern, unter denen man zwei Hauptformen, markhaltige und marklose, unterscheiden kann.

Muskeln und Nerven fehlen vielen niedersten Tieren.

(Über die Einzelheiten der geschilderten Zellformen sind die Lehrbücher der Histiologie zu konsultieren.)

2. Organe und Organsysteme.

Die Zellen und ihre Derivate, die Gewebe, gruppieren sich zu verschiedenen Organen, die Organe zu verschiedenen Organsystemen; die letzteren bilden die Grundlage der Vergleichung.

Es sind nun sechs Organsysteme vorhanden, die bei jeder vergleichend-anatomischen Forschung berücksichtigt werden müssen. Untersucht man dieselben sowohl für sich, als in ihren Verhältnissen zu einander, so erhält man die Stellung des Tieres im System; vergleicht man dieselben bei verschiedenen Formenkategorieen, so wird man die gröfsere oder geringere Verwandtschaft der letzteren erkennen. Die sechs Organsysteme sind die folgenden: a) Haut und Hautskeletsystem; b) Bewegungssystem; c) Nervensystem mit den Sinnesorganen; d) Ernährungssystem; e) Cirkulations- und Atmungssystem; f) Harn- und Geschlechtssystem.

a) Haut und Hautskeletsystem. Die Haut ist das Schutzorgan des Tierkörpers, durch welches derselbe zu einem innerlichen wird, im Gegensatze zu dem äufserlichen der Pflanze.

Das System kann unter den verschiedensten Formen erscheinen, vom einfachen Epithel bis zum steinharten Knochenpanzer.

b) Bewegungssystem. Dasselbe zerfällt in das Skelet und die Muskeln. Ersteres kann ein äufserliches (Exoskelet) oder innerliches (Endoskelet) sein und dient den letzteren, die wie Hebel wirken, zum Ansatz

c) Nervensystem mit den Sinnesorganen. Bei dem ersteren ist stets die Ausbildung der centralen und peripheren Teile zu berücksichtigen. Die letzteren setzen das Tier in Rapport mit dem umgebenden Medium und sind als Tast-, Geschmacks-, Geruchs-, Gehörs- und Gesichtsorgane zu unterscheiden. Während ein Tastsinn und somit eine Gefühlsempfindung wohl allen Tieren zukommt, können die übrigen Sinne bei sehr grofsen Formenkreisen völlig fehlen.

d) Ernährungssystem. Bei demselben ist der Darmkanal (tractus intestinalis) und dessen Anhangsgebilde, die Verdauungsdrüsen, zu betrachten.

e) Cirkulations- und Atmungssystem. Das Vorhandensein oder Fehlen eines Herzens, das Geschlossen- oder Nichtgeschlossensein des Kreislaufs, die Art der cirkulierenden Blutflüssigkeit im einen Falle; die Art der Atmungsorgane und ihre Lage im Körper im anderen Falle: das sind die hier zu beachtenden Momente.

f) Harn- und Geschlechtssystem. Bezüglich des ersteren kommt sein Vorhandensein oder Fehlen, sein Bau und seine Lage in Betracht. Bezüglich des letzteren sind die Organe, welche die Fortpflanzungszellen hervorbringen, ihre Verteilung auf ein oder zwei Individuen, ferner die Befruchtung und die Entwickelung zu berücksichtigen. Von grofser Wichtigkeit ist aufserdem die Ermittelung der Beziehungen der Harn- und Geschlechtsorgane zu einander.

3. Die Grade der Gleichartigkeit.

Die Untersuchung der oben aufgezählten Organsysteme und ihre Vergleichung bei verschiedenen Formenkategorieen ist also die Aufgabe der vergleichenden Anatomie. Da müssen wir uns denn fragen: welche Grade von Gleichartigkeit können wir unterscheiden?

Wir haben hierbei stets zu berücksichtigen, an welcher Stelle des Tierkörpers die zu vergleichenden Organsysteme

vorkommen, da die verschiedene Lagerung derselben, welche mit der differenten Körperform einhergeht, häufig auf einen verschiedenartigen Ursprung hindeutet und somit der Vergleichung bestimmte Fingerzeige giebt. Wir sind deshalb genötigt, die Grundformen des Körpers zunächst zu erörtern. Es ist eine solche Erörterung auch darum wichtig, weil erst durch dieselbe die Mannigfaltigkeit der Formerscheinungen dem Verständnisse näher gebracht wird.

Als Ausgang ist für alle Tiere, die einzelligen ausgeschlossen, nach Häckels Vorgange die Gastrula zu wählen. Eine Achse, welche durch den Urdarm so gelegt gedacht wird, daſs sie den Urmund und den direkt entgegengesetzten Körperpol verbindet (oraler und aboraler Pol), ist die Hauptachse. Zu derselben senkrecht gezogen kann eine x-beliebige Zahl von einander gleichwertigen Nebenachsen gedacht werden, vorausgesetzt, daſs der Körper cylindrisch oder kugelförmig ist. Erfolgt die Differenzierung des mit dem aboralen Pole sich festsetzenden Körpers in den Nebenachsen, so daſs nur in den einen Organe angelegt werden, in den anderen nicht, so erhalten wir durch die damit bedingte Differenz sonst gleicher Achsen die strahlige Grundform. Bleibt die freie Beweglichkeit erhalten und erfolgt die Ortsveränderung in der Richtung der Hauptachse, so daſs die eine Fläche den Boden stets berührt, dann tritt eine starke Differenzierung in den Nebenachsen bei gleichbleibender Hauptachse ein. Und zwar sind es zwei Nebenachsen, die eine besondere Bedeutung erlangen: die eine derselben verbindet die dem Boden zugewandte Fläche (Bauchfläche) mit der entgegengesetzten (Rückenfläche), die andere die beiden Seitenflächen. Jene heiſst Dorsoventralachse, diese Transversal- oder Querachse. Die Flächen, die in der ersten Achse liegen, sind ungleichwertig, die in der zweiten einander gleichwertig.

Die in den Nebenachsen liegenden Teile heiſsen Gegenstücke oder Antimeren; bei Differenz zweier gleicher Nebenachsen giebt es vier Antimeren, bei Differenz zweier ungleicher Nebenachsen aber nur zwei: rechte und linke Körperhälfte. Im letzteren Falle ist die eudipleure (bilateral-symmetrische) Grundform ausgebildet.

Bei frei sich bewegenden Tieren entsteht an dem nach vorn gehenden (oralen) Pole allmählich die Kopfregion,

in welcher sich namentlich das centrale Nervensystem und die höheren Sinnesorgane konzentrieren.

Mit dem Wachstume des Organismus in der Richtung der Hauptachse tritt eine Zerlegung derselben in hintereinander gelegene Teile ein, die entweder durch besondere äufsere Anhänge oder durch Ausbildung gewisser innerer Organsysteme oder durch beide Momente unter einander different werden. Diese einzelnen Teile oder Segmente nennt man Metameren, die Segmentierung Metamerie. Mit der Metamerie einher geht eine gröfsere Spezialisierung, also Vervollkommnung der Organisation, indem die einzelnen Metameren unabhängig von einander werden und durch Aus- oder Rückbildung von Organen einen verschiedenen morphologischen und physiologischen Wert erlangen.

Bei der Entscheidung des vorhandenen Grades der Gleichartigkeit, um nun auf die Beantwortung der oben gestellten Frage einzugehen, sind die antimere und event. metamere Lagerung der zu vergleichenden Teile genau zu berücksichtigen.

Zwei Hauptgrade der Gleichartigkeit können wir feststellen, je nach dem Gesichtspunkte, von dem aus wir die Objekte betrachten.

Ist es die physiologische Übereinstimmung, d. h. die Gleichartigkeit der Funktion, welche im Vordergrunde steht, so sprechen wir von Analogie, analogen Organen.

Die Gleichartigkeit in anatomischer und entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht nennen wir Homologie, die Organe homologe Organe.

Da nur zu häufig morphologisch mit einander in gar keiner Beziehung stehende Organe gleiche Funktion haben können (Kiemen, Lungen), so würde die Berücksichtigung der Analogie sehr leicht zu falschen Schlüssen führen. Wir haben daher in der vergleichenden Anatomie nur mit Homologieen zu thun.

Allgemeine Homologie ist vorhanden, wenn ein Organ in Beziehung zu einer Kategorie von Organen gebracht werden kann, oder wenn das Vergleichungsobjekt eine Kategorie von Organen repräsentiert. Z. B. Wirbel; Metameren eines Ringelwurmes.

In der allgemeinen Homologie unterscheiden wir drei Formen:

a) Homotypie; sie ist bei den Antimeren vorhanden, z. B. rechte und linke Hand.

b) Homodynamie; sie findet sich zwischen Teilen, die in der Hauptachse (Längsachse) liegen. Homodynam sind alle Metameren.

c) Homonomie. Die Teile an einer Querachse des Körpers sind homonom, z. B. die Finger und Zehen.

Spezielle Homologie oder Homologie im engeren Sinne; sie ist bei Organen gleicher Abstammung vorhanden. Ihr Auffinden bildet die Hauptsache bei vergleichend anatomischen Untersuchungen.

Hier sind zwei Unterabteilungen zu statuieren:

a) Komplete Homologie; bei Organen, die, abgesehen von allen sonstigen Abänderungen, unverändert geblieben sind in ihrer Lage und in ihren Verbindungen.

b) Inkomplete Homologie. Sie ist zu konstatieren, wenn ein Organ im Vergleiche zu seinem Homologon diesem fehlende Bestandteile besitzt, oder umgekehrt.

4. Die Ursachen der Gleichartigkeit.

Haben wir bei einer Vergleichung der einzelnen Glieder einer Abteilung des Tierreiches einen mehr oder minder hohen Grad von Gleichartigkeit gefunden, so fragen wir nach der Ursache dieser Erscheinung. Sie ist gegeben in der Vererbung. Ein jedes tierisches Individuum überträgt seine körperlichen Eigentümlichkeiten auf seine Nachkommen (Porträtähnlichkeit der Kinder und Eltern), die Nachkommen haben also ihre Organisation ererbt. Und das Moment, wodurch die Vererbung, die eines der Grundgesetze der organisierten Natur ist, bedingt wird, ist in der Fortpflanzung zu suchen. Weil die Keimesstoffe, welcher Art dieselben auch sein mögen, Bestandteile des elterlichen Organismus waren, so müssen sie auch einen neuen Organismus hervorbringen, der mit dem elterlichen in allen wesentlichen Punkten übereinstimmen wird. Das Gegenteil ist nicht beobachtet; es ist auch nicht faſsbar, wie aus den Geschlechtszellen des einen Organismus plötzlich ein ihm fremder entstehen soll. Der kindliche Körper ist vielmehr als eine direkte materielle Fortsetzung des elterlichen zu betrachten. So erklärt sich aus der Fortpflanzung die Vererbung.

5. Fortpflanzung und Entwicklung.

Zwei Hauptformen der Fortpflanzung haben wir zu unterscheiden: die ungeschlechtliche (Monogonia) und die geschlechtliche (Amphigonia).

Die erstere erscheint als Teilung und als Knospung. Bei der Teilung zerfällt das Muttertier häufig in zwei einander so völlig gleiche Individuen, dafs Kind und Elter, um den Ausdruck von Weismann zu gebrauchen, nicht zu unterscheiden sind. Hier zeigt sich am schärfsten der direkte, unmittelbare Zusammenhang von Vorfahren und Nachkommen. Bei der Knospung entsteht am Muttertiere eine seitliche Ausbuchtung, die allmählich heranwächst, dem Muttertiere vollkommen ähnlich wird und nun entweder mit ihm in dauerndem Zusammenhange bleibt (Stockbildung), oder sich von ihm nach mehr oder minder langer Zeit loslöst.

Als eine besondere Art der ungeschlechtlichen Fortpflanzung ist die Jungfernzeugung oder Parthenogenesis zu betrachten. Hier bilden sich im Innern des Körpers in besonderen Organen Zellen, welche den Eizellen gleichen und die Eigenschaft besitzen, ohne Interkurrenz einer zweiten (männlichen) Fortpflanzungszelle, aus sich heraus einen neuen Organismus zu entwickeln.

Das Wesentliche der geschlechtlichen Fortpflanzung (Amphigonia) besteht darin, dafs zwei verschiedene Fortpflanzungszellen, das Ei und die Samenzelle, sich mit einander vereinigen müssen, soll ein neuer Organismus werden. Diese Fortpflanzungszellen werden entweder von zwei verschiedenen Individuen geliefert (getrennte Geschlechter), und zwar das Ei vom weiblichen, der Samen (sperma) vom männlichen Tiere. Oder die Organe, welche die Zellen hervorbringen, sind in einem Individuum vereint (Hermaphrodit, Hermaphroditismus). Aber auch in letzterem Falle ist die Vereinigung zweier Individuen bei der Fortpflanzung notwendig; die hier mögliche Selbstbefruchtung ist nur in wenigen Fällen wirklich.

Das durch den Samen befruchtete Ei furcht sich, wie man sagt, d. h. teilt sich allmählich in zahlreiche, zusammenbleibende Zellen, aus denen der neue Tierkörper sich zusammensetzt. Indem bezüglich der Einzelheiten der Entwicklung auf die Lehrbücher der Entwicklungsgeschichte verwiesen wird, sei

hier nur das erwähnt, daſs, mit Ausnahme der Protozoën, alle Tiere ein Stadium durchlaufen, das der Gastrula (Häckel), und daſs der Tierkörper sich aus den Differenzierungsprodukten von mindestens zwei Keimblättern, dem äuſseren (Ectoderm) und dem inneren (Entoderm) aufbaut; meistens tritt noch ein drittes Keimblatt hinzu, das mittlere (Mesoderm).

Der neugebildete Organismus gleicht nach Ablauf der Entwicklung entweder sofort dem elterlichen: dann sprechen wir von direkter Entwicklung; oder er weicht von demselben in seiner Organisation sehr bedeutend ab und wird den Eltern erst nach längerer oder kürzerer Zeit ähnlich: dann nennen wir den Modus indirekte Entwicklung. Letztere findet sich übrigens auch bei parthenogenetischer Fortpflanzung. (Die indirekte Entwicklung steht, das sei beiläufig bemerkt, in keinem Widerspruche zu dem sub 4 Bemerkten; denn das Resultat derselben ist schlieſslich die Ähnlichkeit des Kindes mit den Eltern.)

Bei der indirekten Entwicklung hat man drei Hauptarten zu unterscheiden: nämlich die Metamorphose, den Generationswechsel und die Heterogonie.

Metamorphose. Das aus dem Ei ausschlüpfende Tier (während der Entwicklung Embryo genannt) ist den Eltern sehr unähnlich und führt häufig eine andere Lebensweise wie diese. Zu diesem Behufe sind bei ihm Organe vorhanden, die den Eltern fehlen, und andererseits fehlen ihm Organe, welche diese besitzen. Sind z. B. die Eltern Lungenatmer, so sind die Jungen zunächst Kiemenatmer. Erst mit dem allmählichen Heranwachsen der Jugendform oder auch dadurch, daſs dieselbe durchgreifende Veränderungen erleidet, wird der Ausbildungsgrad der Eltern erreicht. Man nennt die Jugendform Larve (stadium larvatum). Immer aber, und das ist das Wesentliche der Metamorphose, handelt es sich vom Ei an bis zum ausgebildeten Tiere, welch letzteres häufig Imago heiſst, um ein und dasselbe Individuum; das sich furchende Ei, die Larve und die Imago sind eine einzige Person, nur auf verschiedenen Stufen der Ausbildung.

Anders liegt die Situation beim Generationswechsel (Metagenesis). Auch hier schlüpft aus dem Ei ein Junges aus, das den Eltern gar nicht oder fast gar nicht gleicht, die Veränderungen aber, durch welche allmählich die der elter-

lichen gleiche Ausbildung erreicht wird, spielen sich nicht an derselben, sondern an verschiedenen Personen ab. Es bringt nämlich das aus dem Ei geschlüpfte Individuum auf ungeschlechtlichem Wege, durch Teilung, Knospung oder Parthenogenese, eine zweite Generation hervor, wobei es selber zu Grunde geht, und erst diese zweite Generation gleicht der elterlichen. Oder aber die zweite hat auch noch nicht die definitive Form, sondern erst eine dritte Generation. Zuweilen sind mehr als drei Generationen (Ammen) notwendig, ehe die elterliche Form wiederkehrt. Immer ist dabei die nächst folgende aus der vorhergehenden Generation durch monogone Zeugung entstanden. Es handelt sich also bei der Metagenesis stets um eine cyklische Folge verschiedener aus einander entstehender und, was sehr wichtig ist, häufig in ihrem Bau von einander abweichender Generationen, nicht aber, wie bei der Metamorphose, um Veränderungen derselben Individualität.

Eine besondere Form der Entwicklung, die zu der vorigen in einem gewissen Gegensatze steht, ist die Heterogonie. Auch hier ist eine Folge von verschiedenen Generationen vorhanden, aber keine derselben pflanzt sich ungeschlechtlich fort, stets vielmehr ist Amphigonie vorhanden. Nur wechseln getrennt geschlechtliche und hermaphroditische Generationen mit einander ab.

6. Descendenztheorie.

Durch Erforschung der anatomischen Verhältnisse und durch Berücksichtigung der entwicklungsgeschichtlichen Data kommt man also dazu, innerhalb eines mehr oder minder grofsen Formenkreises die vorhandenen Grade von Gleichartigkeit zu erkennen. Und indem man dabei die nahen oder fernen Beziehungen kompliziert gebauter zu einfachen Wesen entdeckt, erhält man eine kontinuierliche Reihe verschieden erscheinender, aber in sich zusammenhängender Organisationsstufen. Dafs man bei Tieren, welche für den ersten Blick nichts mit einander gemein zu haben scheinen, solche Gleichartigkeiten, solche Beziehungen aufdecken kann, erklärt man — und dies mit Recht — daraus, dafs man dieselben für verwandt betrachtet. Man nimmt an und mufs annehmen, dafs alle diejenigen Organismen, welche Homologieen in ihrem Bau darbieten, von gemeinsamen Vorfahren abstammen, von

welchen sie sich allmählich in divergenter Richtung entfernt haben. Je gröfser die Gleichartigkeit, desto näher die Verwandtschaft oder, was dasselbe sagen will, desto geringer die Entfernung von den Vorfahren; je geringer die Gleichartigkeit, desto entfernter die Verwandtschaft, desto weiter also die Entfernung von den Vorfahren.

Die vergleichende Anatomie liefert sonach das thatsächliche Material für diejenige Lehre, die wir als Abstammungslehre oder Descendenztheorie bezeichnen. Es kann hier nicht ausführlich auf diese durch Darwin reformierte Theorie eingegangen werden;*) in Kürze sei daher nur Folgendes ausgeführt.

So lange das Linné'sche Speciesdogma Geltung hatte: „species tot sunt diversae, quot diversae formae ab initio sunt creatae", konnte die Naturwissenschaft nicht anders als deskriptiv und analytisch verfahren. Die aufgefundenen Übereinstimmungen waren zwar wichtige Momente, aber nur insoweit, als dieselben zur Rubrizierung der Formen im System einen Anhalt gaben. Aus denselben aber auf eine Verwandtschaft zu schliefsen, war unmöglich und, wo es geschah, unlogisch, da jede Formenkategorie als das Resultat eines selbständigen, übernatürlichen Schöpfungsaktes, nicht aber als das Ergebnis eines natürlichen Entwicklungsprozesses aufgefafst werden mufste. Verwandtschaften können aber zwischen selbständigen, d. h. von einander unabhängig erschaffenen und mit einander in keiner genetischen Beziehung stehenden Formen nicht existieren. Die Formenkategorie, auf welcher das System basiert, ist die Art, species. Unter Species begreift man alle diejenigen Individuen, welche in allen wesentlichen und konstanten Merkmalen so unter einander übereinstimmen, wie die Kinder eines Elternpaares, und welche imstande sind, im geschlechtsreifen Zustande sich fruchtbar zu begatten. Die Arbeit der Forscher bestand daher im Wesentlichen darin, die einzelnen Species aufzusuchen, sie scharf zu charakterisieren und ihnen einen Platz im Systeme anzuweisen. Die anatomische Untersuchung konnte nur die

*) Der Leser wird hiermit auf die Werke von Darwin, sowie auf Häckels „Natürliche Schöpfungsgeschichte" und „Anthropogenie" verwiesen.

Zusammensetzung der einzelnen Körper klarlegen, andere Schlüsse aber, als auf die Klassifikation bezügliche, aus den Befunden nicht ziehen.

Erst durch Darwin, dem Lamarck, Goethe, Étienne Geoffroy St. Hilaire ohne nachhaltigen Erfolg vorangingen, wurde hierin eine Änderung geschaffen. Indem Darwin nachwies, dafs die Arten nicht Produkte eines aufserhalb der Welt stehenden Schöpfers sind, sondern Resultate eines durch ganze erdgeschichtliche Perioden sich hinziehenden, kontinuierlichen Entwicklungsprozesses, wurde das Speciesdogma definitiv beseitigt und die einzelnen Kategorieen des Systems in ihrem wahren Werte erkannt, nämlich als für uns notwendige, künstliche Behelfe, nicht aber als Ausdruck natürlicher und unveränderlicher Organisationsgrenzen. Durch die den Tieren innewohnende Veränderlichkeit (Variabilität) haben sich in sehr langen Zeiträumen im Kampfe um das Dasein aus einfachen Anfängen komplizierte Formen herausgebildet. Die Naturgesetze, welche dabei wirksam waren, sind das Gesetz der Vererbung, wodurch die Organisation der Vorfahren auf die Nachkommen übertragen wird, und das Gesetz der Anpassung, nach welchem die Individuen sich den Veränderungen der sie umgebenden Verhältnisse fügen.

Sind die einzelnen Formen aber Resultate eines lange dauernden Entwicklungsprozesses, so heifst das nichts anderes als: alle Tiere sind unter einander in gröfserem oder geringerem Grade blutsverwandt. Mag ihre gegenwärtige Organisation auch noch so tiefgreifende Differenzen zeigen, an der Wurzel, aus der sie entsprossen, hängen sie zusammen.

Mächtig gestützt wurde diese Theorie durch die Ergebnisse der entwicklungsgeschichtlichen Forschung. Eine schon früh beobachtete, aber anfänglich unerklärlich erscheinende Thatsache ist die, dafs auf hoher Organisationsstufe stehende Tiere in ihrer Ontogenie vorübergehend einen Bau zeigen, den niedere Tiere derselben Kategorie dauernd besitzen. Und ferner wurde beobachtet, dafs bei allen vielzelligen Tieren die ersten Stadien der Entwicklung von der Furchung des Eis bis zur Ausbildung der Keimblätter in fast völlig gleicher, nur sekundär abgeänderter Weise verlaufen. In diesen Thatsachen erkannte Häckel eines der wichtigsten, die Entwicklung sämtlicher Tiere beherrschenden Gesetze und gab dem sich

hierin offenbarenden Parallelismus von Phylogenie und Ontogenie, von Stammesentwicklung und individueller Entwicklung einen präzisen Ausdruck in seinem biogenetischen Grundgesetze. Dasselbe lautet: Die Ontogenie ist ein Auszug der Phylogenie. Ein Auszug; denn die höheren Tiere durchlaufen nicht alle Stadien der Organisation, welche ihre Vorfahren eingenommen, sondern nur einen Teil derselben. Durch die Anpassung an die seit den Vorfahren erheblich veränderten Verhältnisse der Umgebung haben die Nachkommen Organisationseigentümlichkeiten erworben, die jenen fehlten. Die Anlage und Ausbildung derselben kann einen sehr breiten Raum beanspruchen, und dadurch werden überflüssig gewordene, auf frühere Verhältnisse passende Einrichtungen zurückgedrängt oder ganz eliminiert. So wird das Bild der reinen Vererbungsentwicklung (Palingenesis) getrübt durch das Dazwischentreten der Anpassungsentwicklung (Caenogenesis).

Noch nach einer anderen Richtung ist das biogenetische Grundgesetz, einer der fruchtbringendsten und bedeutendsten Gedanken von Häckel, von Wichtigkeit. Durch dasselbe haben wir nämlich, meiner Auffassung nach, zuerst die Berechtigung erlangt, von Homologieen zu reden, denn das Erscheinen gewisser übereinstimmender Organisationen bei verschiedenen Tieren wird erst durch das Häckel'sche Gesetz erklärt, das uns den zureichenden Grund für die einzelnen Embryonalformen enthüllt.

7. Das zoologische System.

Im Lichte der Descendenztheorie unter Leitung des biogenetischen Grundgesetzes können wir dahin gelangen, die scheinbar unvermittelt neben einander stehenden verschiedenen Organisationsstufen der Tiere in eine kontinuierliche Reihe zu bringen, d. h. die Blutsverwandtschaft derselben nachzuweisen.

Um uns aber in der Fülle der differentesten Gestaltungen zurecht zu finden, bedürfen wir eines Leitfadens, und den giebt uns das zoologische System.

Jedes System — und es sind im Laufe der Zeiten eine ganze Anzahl aufgestellt worden — ist gegenwärtig noch ein mehr oder weniger künstliches; das natürliche, welches der Ausdruck der Verwandtschaft sein soll, ist noch immer Desiderat.

Alle Kategorieen des Systemes, selbst die höchsten, sind nur willkürliche Unterscheidungen, da die anscheinende Trennung, die wir in der Natur vorfinden, eben nur eine anscheinende ist, die Bindeglieder zwischen den einzelnen Gruppen vielmehr zum Teil gefunden sind, zum Teil gesucht werden. Wird diese Thatsache aber festgehalten, dann hat die Aufstellung eines Systemes seine gute Berechtigung, weil dasselbe für die weitere Forschung einen Anhalt geben kann.

Zwei Hauptabteilungen sind im Tierreiche zu machen, die man als besondere Unterreiche unterscheiden könnte, die Abteilungen der Protozoa und Metazoa.

Jene sind einzellige, diese vielzellige Tiere. Der Hauptdifferenzpunkt liegt in der Fortpflanzung. Bei den Metazoën sind besondere Zellen, die Fortpflanzungszellen, die häufig in speziellen Organen hervorgebracht werden, mit der Fähigkeit begabt, den neuen Organismus zu bilden. Während der Körper zu Grunde geht, besitzen die Fortpflanzungszellen eben dadurch, dafs sie zum neuen Individuum werden, einen gewissen Grad von Unsterblichkeit. Bei den Protozoën ist dieser Gegensatz zwischen Soma und Propagationszellen nicht vorhanden, sondern beide sind identisch, d. h. das ganze Soma geht bei der Fortpflanzung (durch Teilung) in die neuen Organismen über. Zur Zeit ist die so vorhandene Kluft zwischen Protozoën und Metazoën noch nicht überbrückt; wir können diese Brücke gedanklich konstruieren, berücksichtigen wir die Thatsachen der Entwicklung.

Das System enthält folgende Kategorieen:

Regnum = Reich; Typus oder Phylum = Stamm oder Kreis; Classis = Klasse; Ordo = Ordnung; Familia = Familie; Genus = Gattung; Species = Art.

Im Tierreiche sind also die höchsten, d. h. allgemeinsten Kategorieen die Typen oder Kreise; an sie lehnt sich die folgende Darstellung an. Wir unterscheiden folgende Typen: 1. Protozoa; 2. Coelenterata oder Zoophyta; 3. Plathelminthes; 4. Vermes; 5. Echinodermata; 6. Arthropoda; 7. Mollusca; 8. Tunicata; 9. Vertebrata.

B. Spezieller Teil.

I. Typus. **Protozoa, Urtiere.**

Einzellige, mikroskopische Tiere, die zuweilen Kolonieen bilden.

System.

I. Klasse. Moneres, Moneren.

Homogene, nackte Protoplasmaklümpchen, ohne Kerne; Bewegung durch stumpfe und kurze oder feine und lange Fortsätze; pflanzen sich durch Teilung oder Knospung fort; Wassertiere.

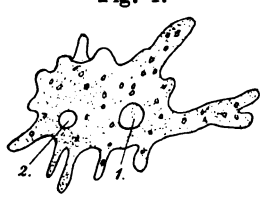
1. Ordnung. Gymnomoneres; kein Ruhezustand vor der Fortpflanzung. Protogenes; Protamoeba; Myxodictyon, etc.

2. Ordnung. Lepomoneres; vor der Fortpflanzung Ruhezustand mit Einkapselung (Encystierung); der ganze Körper zerfällt in Sporen. Protomyxa; Vampyrella, etc.

II. Klasse. Sarcodina, Schleimtierchen.

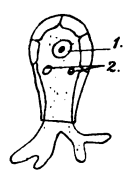
Mit einem oder mehreren Kernen; durch Ausstofsen verschiedenartiger Fortsätze (Pseudopodien) (lang, kurz; stumpf, spitz) geschieht die Bewegung und Nahrungsaufnahme; Fortpflanzung durch Teilung oder Knospung.

Fig. 1.



Amoeba proteus. 1 = Kern; 2 = Vacuole.

Fig. 2.



Hyalosphenia lata. 1 = Kern; 2 = Vacuolen.

1. Unterklasse. Amoebina.

Nackt oder beschalt; Pseudopodien kurz und lappig; meist mit kontraktilen Vacuolen.

Amoeba; Arcella; Difflugia; Quadrula; Hyalosphenia, etc.

2. Unterklasse. Rhizopoda, Wurzelfüfser.

Mit Schale versehen, die von chitinöser Beschaffenheit ist und meist verkalkt; dieselbe ist der Anlage nach einachsig. Zum Austritte der Pseudopodien eine oder zwei Öffnungen in der Schale. Aufnahme der Nahrung sowie Bewegung durch feine, spitze Pseudopodien, die häufig in einander fliefsen. Meist ohne kontraktile Vacuolen.

A. Imperforata. Ein- oder vielkammerige Schalen, die nicht von feinen Poren durchbohrt werden. Miliola; Gromia, etc.

B. Perforata (Foraminifera). Ein- oder vielkammerige Schalen, von feinen Poren durchbohrt. Globigerina; Polystomella, etc.

Die alten Mono- und Polythalamien sind auf diese beiden Gruppen verteilt.

3. Unterklasse. Heliozoa, Sonnentierchen (Süfswasserradiolarien).

Nackt oder mit Kieselskelet; Gestalt kugelig; mit kontraktilen Vacuolen; Protoplasma zerfällt in Rinden- und Marksubstanz (Ecto-, Endosark); in letzterer der Kern. In den Pseudopodien ein Achsenfaden.

A. Ohne Hartteile. Actinophrys; Actinosphaerium.

B. Mit Skelet. Acanthocystis; Clathrulina.

4. Unterklasse. Radiolaria.

Körper wird durch eine Membran (Kapselmembran) in einen äufseren und einen inneren Teil geschieden; im letzteren, der sogen. Centralkapsel, die Zellkerne. Der erstere Teil, das Extracapsulum, besteht aus Protoplasma und einer Gallerthülle (Calymma); über die Oberfläche des letzteren die feinen, weichen Pseudopodien hervorragend. Skelet meist kieselig oder chitinös, von aufserordentlich wechselnder Form; es fehlt selten. Extra- und intracapsuläres Protoplasma durch Löcher in der Kapselmembran mit einander in Verbindung. Symbiotisch mit den Radiolarien einzellige Algen, die sogen. gelben Zellen.

A. Porulosa. Centralkapsel kugelförmig ohne Hauptöffnung, siebförmig von Poren durchlöchert.

1. Ordnung. Spumellaria. Kern central; Skelet

kieselig oder nicht vorhanden; im ersteren Falle nie intracapsulär. Thalassicolla; Sphaerozoon, etc.

2. Ordnung. Acantharia. Kern excentrisch; Skelet aus chitinöser Substanz (Acanthin), intracapsulär. Acanthometra, etc.

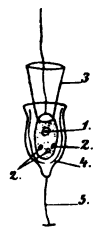
B. Osculosa. Centralkapsel hat Eiform, mit einer Hauptöffnung; Skelet kieselig.

3. Ordnung. Nassellaria. Kapselmembran einfach. Nassella, etc.

4. Ordnung. Phaeodaria. Kapselmembran doppelt; im Calymma Pigmentkörner, das sog. Phaeodium. Aulactinium; Challengeria, etc.

III. Klasse. Flagellata.

Fig. 3.



Salpingoeca convallaria. 1 = Kern; 2 = Vacuolen; 3 = Kragen; 4 = Gehäuse; 5 = Stiel.

Allein lebend oder Kolonieen bildend; eine oder mehrere Geifseln am Vorderende des Körpers zur Bewegung; kontraktile Vacuolen vorhanden. Pflanzen sich durch Teilung oder Sprossung (Schwärmsporen) fort; zuweilen eine Kopulation zweier Individuen vorhergehend.

1. Ordnung. Flagellata s. str. Ausschliefslich Geifseln. Monas; Euglena; Eudorina; Pandorina; Volvox, etc.

2. Ordnung. Choanoflagellata. Geifsel an der Basis mit trichterförmigem Kragen. Protospongia; Salpingoeca, etc.

3. Ordnung. Cystoflagellata. Protoplasma netzförmig wie bei Pflanzen. Noctiluca, etc.

4. Ordnung. Cilioflagellata (Dinoflagellata). Tiere beschalt; eine längsgerichtete Geifsel; aufserdem scheinbar Wimpern gürtelförmig um den Körper, dieselben durch eine geschlängelte Geifsel hervorgebracht. Ceratium, etc.

IV. Klasse. Gregarina.

Leben parasitär; einkernig; keine Pseudopodien; keine Cilien; pflanzen sich durch Sporen fort nach vorangegangener Kopulation zweier Individuen.

1. Ordnung. Monocystidea. Körper einfach. Monocystis, etc.

2. Ordnung. Polycystidea. Der Körper zerfällt durch eine Scheidewand in einen vorderen (Protomerit) und

hinteren Abschnitt (Deutomerit); im letzteren der Kern; am Protomerit ein Fortsatz mit Haken: Epimerit. Actinocephalus, etc.

V. Klasse. Infusoria (Ciliata).

Mit Wimpern oder wimperähnlichen Fortsätzen; mit Mund und Afteröffnung; kontraktile Vacuolen vorhanden; zwei Kerne: Hauptkern oder Makronucleus und Ersatzkern oder Mikronucleus (Geschlechtskern). Pflanzen sich durch Teilung fort; häufig Konjugation zweier Individuen.

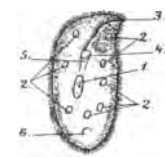
1. Ordnung. Holotricha. Wimpern gleichmäfsig an der ganzen Oberfläche. Paramaecium, etc.

2. Ordnung. Heterotricha. Wimpern über den ganzen Körper; aufserdem adorale Zone von Wimpern. Stentor; Spirostomum, etc.

3. Ordnung. Hypotricha. Bauchseite bewimpert, Rückenseite wimperlos. Urostyla; Oxytricha, etc.

4. Ordnung. Peritricha. Wimpern in adoraler Spirale oder in einem Gürtel angeordnet. Vorticella; Epistylis; Chilodon, etc.

Fig. 4.



Chilodon cucullulus; von unten. 1 = Kern; 2 = Vacuolen; 3 = adorale Wimperzone; 4 = Mund; 5 = Schlund; 6 = After.

VI. Klasse. Suctoria (Acineta). Wimpern bei den festsitzenden, ausgebildeten Tieren nicht vorhanden; kein Mund. Acineta, etc.

VII. Klasse. Catallacta, Vermittler. Magosphaera planula Haeckel; Kolonie bewimperter, mit ihren Stielen central vereinigter Zellen; der Kolonieverband löst sich auf; die Zellen encystieren sich nach einem Amoebenzustande; in der Cyste durch Teilung neue Kolonie.

Die Protozoën sind stets einzellige Tiere; findet man mehrzellige Individuen, so handelt es sich um Kolonieen, also um Bildungen, bei welchen jedes einzelne Individuum seine Selbständigkeit bewahrt hat.

Die Bewegungsorgane, die zugleich in gewissem Grade als Sinnesorgane zu betrachten sind, werden durch die Pseudopodien, Geifseln oder Flimmern dargestellt.

Ein Skelet ist vielfach vorhanden, sei es in Form einfacher membranöser Abscheidungen, sei es in Form von Kalkschalen oder Kieselskeleten.

Die Bewegungsorgane dienen zugleich zum Festhalten der Nahrung; die Verdauung (Assimilation) findet im Endosark statt.

Nervensystem, Cirkulationsapparat etc. fehlen vollständig; das Klümpchen organischer Substanz ist Träger aller derjenigen Funktionen, welche bei Metazoën von besonderen Organen verrichtet werden.

Die gewöhnlichste Form der Fortpflanzung ist die durch Teilung. Es zerfällt das Protozoon in zwei einander vollkommen gleiche Teilstücke, und zwar teilt sich zuerst der Kern, dann das Protoplasma. Auch Fortpflanzung durch Knospung kommt vor. Bei Kolonieen und auch bei einzeln lebenden Formen werden Schwärmsporen ausgebildet, die durch simultane oder successive Teilung des Körpers entstehen. An der Sporenbildung ist bei den Radiolarien nur der Inhalt der Centralkapsel beteiligt. Bei den nicht zu einer Kolonie vereinigten Radiolarien entsteht aus jeder Spore ein Radiolar. Bei den eine Kolonie bildenden haben wir zweierlei Sporen zu unterscheiden: 1. Isosporen; dieselben stimmen mit den Sporen der übrigen Radiolarien überein; sie werden ohne weiteres zu einem Radiolar. 2. Anisosporen, und zwar in der Form von Mikrosporen und Makrosporen. Hier ist erst eine Konjugation der beiden Formen der Anisosporen notwendig. Durch sich wiederholende Zweiteilung oder Knospenbildung entsteht dann die neue Kolonie.

Ein weitgehendes Interesse verdient die Fortpflanzung der Kolonie bildenden Flagellaten und der Infusorien. Bei den ersteren zerfällt jedes zur Kolonie gehörige Tier durch Teilung in eine Anzahl neuer Individuen, die unter einander zusammenbleibend sich von der Mutterkolonie loslösen und so die neue Kolonie bilden. Dies ist der einfachste Modus. Oder es findet eine Kopulation statt. Nach einer Reihe von gewöhnlichen Teilungen kommt bei Pandorina eine Generation, bei welcher die Teilstücke, die jetzt Gameten heifsen, sich trennen. Je zwei derselben vereinigen sich; das Produkt der Kopulation, Zygote genannt, wird nach einem Ruhestande durch succedane unvollständige Teilung zur neuen Kolonie. Bei Eudorina sind die Gameten zwei-

geschlechtlich, aber jede Kolonie produziert nur eine Geschlechtsart. Es werden entweder männliche (spermoïde) oder weibliche (ovoïde) Gameten gebildet. Wenn die ersteren, die mit zwei Geifseln versehen sind und als Platten erscheinen, mit den letzteren zusammenkommen, so kopulieren sie. Bei Volvox endlich ist die Differenzierung noch weiter gegangen. Während den vorerwähnten Kolonieen das eigentümlich ist, dafs jedes einzelne Individuum zu Gameten wird, gehen diese Veränderung bei Volvox nur wenige Individuen ein, die gröfsere Zahl kommt überhaupt nicht zur Nachzucht. Und zwar findet sich diese Differenz innerhalb der Kolonie-Individuen sowohl bei den ungeschlechtlich sich fortpflanzenden (Parthenogonidien), wie auch bei den geschlechtlichen (Gameten). Jede Parthenogonidie bildet durch Teilung eine Kolonie. Die Gametenkolonieen sind hermaphroditisch. Die ovoïden Gameten entstehen durch excessives Wachstum des betreffenden Individuum, die spermoïden durch Teilung. Die letzteren lösen sich aus dem Verbande der Kolonie los, bewegen sich mit Hülfe ihrer Geifseln und kopulieren mit den ovoïden Gameten. In der ruhenden Zygote entsteht durch succedane Teilung die neue Kolonie.

Auch bei den Infusorien finden wir häufig vor der Fortpflanzung durch Teilung eine Vereinigung der Individuen, die hier Konjugation genannt wird. Die bei derselben sich abspielenden, höchst interessanten Vorgänge sind nach den neuesten Untersuchungen die folgenden: Wir haben bei den Infusorien zwei Formen von Kernen zu unterscheiden, den Makronucleus und den Mikronucleus. Nachdem sich die beiden Individuen aneinander gelegt haben, wächst der Mikronucleus bedeutend heran und teilt sich dann in zwei Teile. Jeder dieser Teile zerfällt wiederum in zwei Stücke, so dafs wir also nunmehr in jedem Infusor vier Mikronuclei haben, welche die Enkelkerne des ersten Mikronucleus sind. Drei derselben gehen zu Grunde, der vierte teilt sich von neuem in zwei Teile, die mit dem Samen- und Eikern der höheren Tiere verglichen werden können. Einer dieser Urenkelkerne wandert in das andere Tier hinüber und vereinigt sich dort mit dem zurückgebliebenen Kern, um so den Keimkern zu bilden. Es giebt also, und das ist das Bedeutsame des Vorganges, ein jedes der beiden konjugierten Infusorien einen Bruchteil seiner Kernsubstanz an

das andere Tier ab. Jetzt zerfällt der Makronucleus und geht zu Grunde; aus dem Keimkerne entstehen durch zweimalige Teilung in jedem Tiere zwei neue Makronuclei und zwei neue Mikronuclei. Nunmehr lösen sich die konjugierten Individuen, und durch Teilung eines jeden entstehen zwei neue mit je einem Makro- und Mikronucleus.

Das ungemein Wichtige der geschilderten Fortpflanzungsmodi der Infusorien und der Flagellaten ist darin zu suchen, dafs wir hier die ersten Anfänge der amphigonen Fortpflanzung der Metazoën antreffen. Es leiten offenbar diese Erscheinungen hinüber zu den vielzelligen Tieren, wenn uns auch zur Zeit noch das reale Bindeglied fehlt. Der Unterschied von der amphigonen Fortpflanzung der Metazoën besteht darin, dafs hier, bei den genannten Protozoën, auch da, wo besondere Geschlechtstiere sich ausbilden, somatische und Propagationszelle identisch sind.

II. Typus. Coelenterata oder Zoophyta, Pflanzentiere.

Im Typus der Coelenteraten werden drei Formengruppen vereinigt, die offenbar recht wenig mit einander zu thun haben und vielleicht besser zu besonderen Typen abgetrennt würden. Eine gemeinsame Charakteristik des Tierkreises läfst sich nicht geben. Der radiäre Bau und die Anwesenheit der Nesselorgane, durch welche die Cnidaria ausgezeichnet sind, fehlen den Gastraeaden und Schwämmen; die Poren in der Leibeswand der letzteren fehlen den anderen beiden Gruppen. Wir können für den praktischen Zweck drei Subtypen annehmen: 1. die Gastraeadae, ohne Poren der Leibeswand, ohne Nesselorgane; 2. Porifera oder Spongiaria, die Schwämme, mit Poren, ohne Nesselorgane; 3. Cnidaria oder Coelenterata im engeren Sinne, ohne Poren, mit Nesselorganen.

System.

1. Subtypus. **Gastraeadae, Darmtiere.**

I. Klasse. Physemaria.
Haliphysema; Gastrophysema.

II. Klasse. Dicyemidae.
Dicyema.

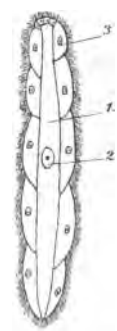
III. Klasse. Orthonectidae.
Rhopalura.

IV. Klasse. Mesozoa.
Salinella salve, Frenzel.
Anhang: Trichoplax adhaerens, F. E. Schulze.

Die Physemarien gleichen in ihrem Baue einer einfachen Gastrula. Von schlauchförmiger Gestalt haben sie einen zweischichtigen, aus Ectoderm und Entoderm bestehenden Körper, der mit demjenigen Pole, welcher der Eingangsöffnung in die Gastrulahöhle, dem Blastoporus, entgegengesetzt ist, auf dem Boden des Meeres festgewachsen ist. Die Zellen des Ectoderm sind mit einander verschmolzen und enthalten verschiedenartige Fremdkörper (Sand etc.); das Entoderm besteht aus Geifselzellen, die den Kragenzellen der Poriferen gleichen. Im Entoderm bilden sich die Geschlechtsprodukte.

Die Dicyemiden und die Orthonectiden leben parasitisch in Meerestieren und sind wahrscheinlich durch den Parasitismus rückgebildete Organismen (Würmer?), welche deshalb am besten aus den Gastraeaden ganz entfernt werden müfsten. Sie bestehen aus zwei Zellschichten, einem bewimperten Ectoderm und einem wimperlosen Entoderm; eine besondere Darmhöhle ist nicht vorhanden. Die Zahl der Ectodermzellen ist nicht sehr grofs; das Entoderm wird bei den Dicyemiden von einer einzigen langgestreckten Zelle, bei den Orthonectiden von einem Zellenhaufen gebildet. Bei den letzteren hat der Körper eine äufsere Andeutung von Ringelung, die aber nichts mit Metamerie zu thun hat; aufserdem findet sich bei ihnen zwischen äufserem und innerem Blatte eine schmale Schicht von Muskelsubstanz ectodermalen Ursprunges. Bei den Dicyemiden sind bisher nur Eier bekannt geworden, die Orthonectiden sind getrennt geschlechtlich. Bei beiden teilt sich das im Entoderm liegende Ei in zwei ungleich grofse Zellen. Die gröfsere derselben (Makromer), welche zunächst keine

Fig. 5.



Dicyema typus.
1 = Entodermzelle;
2 = Kern derselben;
3 = Ectodermzellen.

weiteren Veränderungen eingeht, wird von den Nachkommen der sich wiederholt teilenden kleineren (Mikromer) umwachsen. Dann erst theilt sich das Makromer bei den Orthonectiden, oder bleibt ungeteilt bei den Dicyemiden. Das Mikromer bildet die äufsere, das Makromer die innere Körperschicht.

Wir besprechen jetzt den Trichoplax adhaerens, von F. E. Schulze entdeckt. Derselbe ist eine dünne Zellenplatte, die auf allen Seiten Wimpern trägt; sie besitzt amöboide Gestaltveränderung. Aus drei Schichten besteht das Tier. Die unterste Schicht wird von cylindrischen Zellen gebildet, die in einfacher Lage vorhanden sind; die oberste Schicht stellt ein Plattenepithel dar. Die zwischenliegende mittlere Schicht zeigt verästigte, zum Teil mit einander anastomosierende Zellen in hyaliner Grundlage. Die Zellen dieser Schicht hängen mit denen der unteren durch Fortsätze zusammen, die von den letzteren ausgehen. Fortpflanzung und Entwicklung sind unbekannt. Die Mesozoa. Salinella salve, von Frenzel gefunden, hat eine schlauchförmige Gestalt, ist vorn und hinten zugespitzt und erscheint fast bilateral-symmetrisch. Die Bauchfläche ist fein bewimpert, die Rückenfläche und die Seitenteile nicht. Vorn, mehr bauchständig, ist eine Mundöffnung gelegen, hinten, genau am Ende, eine Afteröffnung. An der Mundöffnung stehen längere, sich lebhaft bewegende Cilien. Die Wandung dieses schlauchförmigen Organismus besteht aus einer einzigen Schicht ziemlich grofser, fast kubischer Zellen, die ein cylindrisches Lumen frei lassen, die Darmhöhle. Die dem Lumen zugewandte Seite der Zellen ist fein bewimpert. Hinsichtlich der Fortpflanzung scheint es zwei Formen zu geben. Bei grofsen Individuen tritt eine Querteilung ein; aufserdem aber kommt es zur Konjugation mit nachfolgender Encystierung. Die weiteren Schicksale sind unbekannt.

II. Subtypus. **Porifera oder Spongiaria; Schwämme.**

Die Schwämme sind am Meeresboden festgewachsene Tiere, welche zahlreiche Poren in der Leibeswand besitzen; im Gewebe des Körpers finden sich Skeletgebilde.

System.

Einzige Klasse. Spongiae.

1. Unterklasse. Calcaria. Skelet aus Nadeln von kohlensaurem Kalk.

1. Ordnung. Calcispongiae, Kalkschwämme.

Olynthus; Ascandra; Sycandra, etc.

2. Unterklasse. Non-Calcaria. Skelet meist vorhanden, aus Kieselnadeln oder Sponginfasern bestehend.

2. Ordnung. Hexactinellidae, Glasschwämme.

Kieselnadeln entweder isoliert oder gitterförmig verschmolzen; Form derselben sechsstrahlig; ihr liegt ein Achsenkreuz aus drei sich rechtwinklig schneidenden Centralkanälen zu Grunde; Geifselkammern cylindrisch, radiär gestellt. Meist fossil; im paläozoischen Zeitalter, im Jura und besonders in der Kreide. Lebend Euplectella; Hyalonema; Semperella.

3. Ordnung. Lithistidae, Steinschwämme.

Kieselschwämme von massiver, steinartiger Bildung; Nadeln mehr oder weniger deutlich vierstrahlig oder unregelmäfsig ästig. Meist fossil im mesozoischen Zeitalter. Lebend Corallistes.

4. Ordnung. Tetractinellidae, Rindenschwämme.

Kieselschwämme; vierstrahlige oder ankerförmige Kieselkörper. Fossil vom Kohlenkalk ab, sehr reichlich in der Gegenwart.

Geodia; Plakina; Ancorina; Tethya, etc.

5. Ordnung. Monactinellidae (Halichondriae).

Kieselschwämme mit einachsigen oder kugeligen Kieselkörpern, die entweder frei im Schwammgewebe liegen oder von Hornfasern eingeschlossen sind. Fossil nur wenige Reste erhalten; zahlreiche lebende Arten.

Clathria; Axinella; Suberites; Reniera; Spongilla = Süfswasserschwamm; Chondrosia, etc.

6. Ordnung. Ceraospongiae, Hornschwämme.

Skelet besteht aus zusammenhängenden Hornfasern (Sponginfasern).

Aplysina; Spongelia; Euspongia officinalis = Badeschwamm; Cacospongia, etc.

7. Ordnung. Myxospongiae, Gallertschwämme.

Meistens ohne irgendwelche Skeletteile, zuweilen mit isolierten Kieselkörpern.

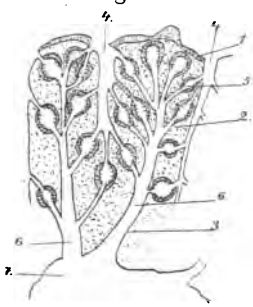
Halisarca.

Die Spongien sind von sehr wechselnder Gestalt; sie gleichen Krusten, Knollen, Kugeln, etc. Alle Schwämme sind festgewachsen und leben, mit Ausnahme von Spongilla, im Meere.

Die innere Organisation zeigt sehr verschiedenartige Verhältnisse; zum Verständnisse derselben geht man am besten von einem Kalkschwamme, dem Olynthus, aus. Derselbe gleicht einem mit einer Fläche festgewachsenen Schlauche, dessen dem Anwachsungspunkte entgegengesetzte Partie durchbohrt ist; diese Öffnung heifst Osculum. Die Wandung des Schlauches besitzt zahlreiche Poren, welche sich öffnen und schliefsen können. Das Wasser dringt durch die Poren, welche also Eingangsöffnungen sind, in das Schlauchlumen (Gastrula) und strömt durch das Osculum nach aufsen. Bezüglich des Baues der Wandung hat man zwei Schichten zu unterscheiden, eine äufsere, welche Zellen und Kalknadeln enthält, und eine innere (Entoderm), die aus Kragenzellen zusammengesetzt ist. Vielleicht ist noch ein äufserstes Plattenepithel vorhanden, dann hätten wir Ecto-, Meso- und Entoderm. Alle Schwämme, welche auf dieser Organisationsstufe beharren, heifsen Asconen.

Die Komplikation geschieht nun folgendermafsen: Es verdickt sich zunächst die Wandung, und es stülpen sich von der Gastrulahöhle her cylindrische Taschen (Radialtuben) in die Wand ein. Über diesen mit Kragenzellen ausgekleideten Tuben erhebt sich die äufsere Oberfläche des Schwammes. Die äufseren Poren führen also in die Radialtuben, diese in die mit Plattenepithel ausgekleidete Gastrulahöhle, aus welcher das Wasser durch das Osculum nach aufsen gelangt. Schwämme auf dieser Stufe der Organisation heifsen Syconen.

Fig. 6.



Halisarca lobularis; nach F. E. Schulze; schematisiert und vereinfacht. 1 = Ectoderm; 2 = Mesoderm; 3 = Entoderm; 4 = zuführende Kanäle; 5 = Geifselkammern; 6 = abführende Kanäle; 7 = Gastralraum.

Die Komplikation geht dann weiter. Es leiten die Poren nicht direkt in die mit Kragenzellen bekleideten Teile, sondern zunächst in zuführende Kanäle; aus diesen erst gelangt das Wasser in die

Geifselkammern (mit Kragenzellen), dann in abführende Kanäle, endlich in die Gastrulahöhle und dann durch das Osculum nach aufsen. Die zuführenden Kanäle sind immer in grofser Zahl vorhanden und von engem Lumen, die abführenden dagegen spärlich und weit; Oscula giebt es stets nur wenige. Je zahlreicher die zuführenden Kanäle sind, um so weicher ist der Schwammkörper.

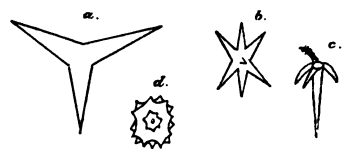
Die Zellen des Ectoderm sind platt, die des Mesoderm spindelig oder sternförmig, die des Entoderm platt, mit Ausnahme der Geifselkammern, welche Kragenzellen führen. Die Bewegung der Geifseln leitet den Wasserstrom.

Fig. 7.

Kragenzelle.

Die Skeletbildung findet im Mesoderm statt. Die Skeletteile sind Nadeln von kohlensaurem Kalk oder von Kieselsäure oder aber Hornfasern, hier Sponginfasern genannt. Die Nadeln (spicula), welche wahrscheinlich in Zellen gebildet werden, haben eine sehr wechselnde Form, die für die Systematik von hoher Bedeutung ist. Sie erscheinen als Drei-, Vier-, Sechs-, Vielstrahler, Anker, Sterne, Kandelaber etc. In einem Schwamme sind entweder nur eine oder mehrere Formen von Nadeln vorhanden. Dieselben liegen entweder lose im Mesoderm oder bilden ein zusammenhängendes Gerüst.

Fig. 8.



Verschiedene Nadelformen.
a = Dreistrahler; *b* = Vielstrahler;
c = Anker; *d* = Zackenkugel.

Ein Nervensystem und Tastzellen sind bis jetzt nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

Die Fortpflanzung ist entweder monogon oder amphigon. In ersterem Falle handelt es sich um Teilung oder Knospung. Die dadurch entstehenden neuen Schwammpersonen lösen sich vielfach nicht los, sondern bleiben am ersten Schwamme sitzen; so bilden sich Stöcke, deren Einzelindividuen im allgemeinen aus der Zahl der Oscula erkannt werden kann. Es können dabei die Knospen sich unter einander kreuzen und teilweise verwachsen, wodurch Kanäle entstehen, die man Scheinkanäle nennt. Bei einer anderen Form der monogonen Fortpflanzung (innere Knospung)

lösen sich Gruppen von Zellen los und umgeben sich mit einer Kapsel (Gemmulae). Nach einem länger oder kürzer dauernden Ruhezustande verläßt die Zellengruppe die Kapsel und bildet einen neuen Schwamm. Bezüglich der geschlechtlichen Fortpflanzung ist Folgendes zu merken. Die Fortpflanzungszellen, Ei und Samen, welche sich im Mesoderm bilden, entstehen entweder in verschiedenen Personen (getrennte Geschlechter) oder in derselben Person (Hermaphroditismus), in welch letzterem Falle Eier und Samen zu verschiedenen Zeiten sich bilden. Die befruchteten Eier gelangen durch das Osculum nach außen, oder aber die Furchung findet im mütterlichen Organismus statt, und es werden bereits bewimperte Larven geboren. Im Gastrulastadium, nach längerem freiem Leben, setzen sich die Larven mit dem Gastrulamunde fest; der entgegengesetzte Pol wird zum Osculum. Zwischen Ectoderm und Entoderm entsteht eine Zwischenschicht, in die hinein Entodermzellen wandern, so das Mesoderm bildend. Vom Lumen der Gastrulalarve werden durch Einstülpungen in die Wandung die Geißelkammern gebildet. Letztere können auf der äußeren Fläche als Poren durchbrechen, oder es werden die zuführenden Kanäle durch Einstülpungen vom Ectoderm aus gebildet. Der epitheliale Belag der Gastralhöhle, der abführenden Kanäle und der Geißelkammern ist entodermalen, der der äußeren Oberfläche und der zuführenden Kanäle ist ectodermalen Ursprunges.

III. Subtypus. **Cnidaria (Coelenteraten im engeren Sinne), Nesseltiere.**

Bei den Cnidarien finden wir keine Poren in der Leibeswand, im Gegensatze zu den Schwämmen; sie besitzen Tentakel, Nesselorgane und haben einen deutlich radiären Bau.

System.

I. Klasse. Hydrozoa.

Zwei Hauptformen sind zu unterscheiden, in denen der Körper auftreten kann, die aber mit einander genetisch zusammenhängen. Die eine ist die festsitzende (Polypen-) Form (Hydrula), die andere die freischwimmende Form (craspedote Meduse oder Schleierqualle).

1. Ordnung. Hydridae, Süfswasserpolypen.

Einzeln oder kleine Stöcke bildend; keine Medusenform vorhanden; Zwitter. Hydra, Süfswasserpolyp.

2. Ordnung. Hydromedusae.

Stöcke; einzelne Personen bilden die Geschlechtsprodukte und lösen sich als craspedote Meduse los oder bleiben als medusoïde Person am Stocke. Hydrula (Hydroïdform) vielfach unterdrückt, aus den Eiern werden dann sofort Medusen.

1. Unterordnung. Hydrocoralliae.

Festsitzende Polypenstöcke mit verkalktem Periderm; keine Medusenform. Millepora, etc.

2. Unterordnung. Tubularia — Anthomedusae.

Die Hydrulaform sind nackte oder mit Chitinhülle versehene Stöcke; die Medusenform ist eine craspedote Meduse ohne Randbläschen und Otolithen. Vielfach Medusenform reduziert.

Syncoryne — Sarsia; Eudendrium — Lizusa, etc.

3. Unterordnung. Campanulariae — Leptomedusae.

Einfache oder verästelte Polypenstöcke (Campanularien); die Polypen sitzen am Ende der Zweige mit geringeltem Stiel; Periderm bildet Zellen, in welche die Polypen sich zurückziehen können. Die Medusenform hat entweder Randbläschen oder entbehrt derselben; teils mit, teils ohne Ocellen (Augenflecke) an der Basis der Tentakel; Medusenform oft fehlend.

Campanularia — Obelia; Campanulina — Phialidium, etc.

Die Familien der Plumularidae und Sertularidae gehören in die Nähe dieser Unterordnung. Bei den ersteren sind die Zellen der verzweigten Hydroïdstöckchen einreihig, die Zellen der Nährpolypen mit kleinen Nebenkelchen; bei den letzteren sitzen die Polypen an entgegengesetzten Seiten der Äste.

4. Unterordnung. Trachomedusae.

Hydroïdform fehlt; die Medusen sind craspedote Medusen mit Hörkölbchen teils frei am Schirmrande, teils in Hörbläschen eingeschlossen; Zahl der Radialkanäle 4,6 oder 8; Geschlechtsdrüsen im Verlaufe der Radialkanäle.

Olindias; Geronia; Carmarina, etc.

5. Unterordnung. Narcomedusae.

Keine Hydroïdform vorhanden. Craspedote Medusen; Geschlechtsdrüsen liegen in der oralen Wand des Magens

oder der radialen Magentaschen; Radialkanäle, wechselnd an Zahl, in breite Taschen verwandelt oder ganz fehlend; Hörkölbchen frei am Schirmrande; Ocellen meist fehlend.

Cunina; Solmaris; Aegineta, etc.

3. Ordnung. Siphonophora, Röhrenquallen.

Freischwimmende Stöcke teils polypen-, teils medusenförmiger Individuen; die Einzelpersonen sind für spezielle Verrichtungen verwandelte craspedote Medusen.

1. Unterordnung. Siphonanthae.

Einzelpersonen verschiedenartig gestaltet, sitzen an einem Stamme, der mit dem Magenstiele einer Meduse verglichen werden kann.

Fam. Calyconectae. Keine Pneumatophore, eine oder mehrere Schwimmglocken. Einzelpersonen zu Gruppen geordnet (Cormidiae), die sich vom Stamme trennen können (Eudoxiae oder Ersaeae). Praya; Hippopodius, etc.

Fam. Physonectae. Pneumatophore vorhanden; darunter Schwimmglocken; keine Luftglocke (Aurophore), mit Tastern. Physophora; Forskalia, etc.

Fam. Auronectae. Mit Pneumatophore, Schwimmglocken und Aurophore; keine Taster. Rhodalia, etc.

Fam. Cystonectae. Pneumatophore; keine Aurophore; keine Schwimmglocken. Physalia, etc.

2. Unterordnung. Disconanthae.

Einzelpersonen am Unterrande einer Scheibe; in derselben eine gekammerte Pneumatophore. Porpita; Velella, etc.

II. Klasse. Scyphozoa.

Wie bei der vorigen Klasse sind auch hier zwei Hauptformen zu unterscheiden: die Polypenform, Scyphopolyp oder Scyphula, und die Medusenform (acraspede Meduse). Jedoch ist bei den festsitzenden Formen eine Medusenentwicklung nicht vorhanden.

1. Unterklasse. Anthozoa, Korallen.

Festsitzende, oft Stöcke bildende Tiere von strahligem Bau, deren Organisation im wesentlichen auf der Scyphulastufe bleibt.

1. Ordnung. Octocorallia.

Alcyonaria, Fiederkorallen.

8 Septa und 8 gefiederte Tentakel; bilden fast immer Stöcke. Pennatula; Alcyonium; Gorgonia (in die

Familie der Gorgoniden gehört die Edelkoralle, Corallium rubrum).

2. Ordnung. Tetracorallia.

Rugosa.

Septa stets ein Multiplum von 4; haben Kalkskelet. Fossile, paläozoïsche Formen.

3. Ordnung. Hexacorallia.

1. Unterordnung. Antipatharia, Hornkorallen.

Polypenstöcke mit hornigem Achsenskelet, das von einer weichen Rinde überzogen ist. Die Einzeltiere haben meistens 6, seltener 24 einfache Tentakel. Antipathes, etc.

2. Unterordnung. Madreporaria, Steinkorallen.

Einzelpolypen oder Stöcke mit Kalkskelet; 6n einfache Tentakel und 6n Septa. Madrepora; Astroïdes; Caryophyllia, etc.

3. Unterordnung. Actinaria, Fleischkorallen.

Ohne Skelet; meist Einzelpersonen, selten Stöcke. 6n Tentakel und Septa. Cerianthus; Anemonia; Actinia, etc.

2. Unterklasse. Scyphomedusae (Acraspedae, Acalephae), Lappenquallen.

Meist freischwimmende, grofse Medusen; der Schirmrand gewöhnlich durch Einschnitte in Randlappen geteilt, kein echtes Velum.

Die drei ersten Ordnungen mit hochgewölbtem Schirme, 4 radialen Magentaschen; Septa in verschiedenem Grade erhalten.

1. Ordnung. Stauromedusae, Becherquallen.

Becherförmiger Körper, mit einem Stiele am aboralen Pole festsitzend; keine Sinneskolben; 4 Radialtaschen durch schmale Septa getrennt. Lucernaria (festsitzend); Tessera (frei).

2. Ordnung. Peromedusae.

Septa zu 4 Knoten zurückgebildet; 4 Magentaschen zu einem Ringsinus vereint; 4 Sinneskolben. Pericolpa, etc.

3. Ordnung. Cubomedusae, Würfelquallen.

Schirm vierteilig; 4 Sinneskolben; 4 weite Magentaschen. Charybdea, etc.

Die folgende Ordnung mit flachem, scheibenförmigem Schirme, der achtteilig ist; mindestens 8 Sinneskolben am Schirmrande und mindestens 16 Randlappen; Magen von 8, 16, 32 oder mehr Magentaschen umgeben.

4. Ordnung. Discomedusae, Scheibenquallen.

1. Unterordnung. Rhizostomae.

Mund verwachsen; zahlreiche Saugmündchen an 8 Mundarmen, keine Tentakel. Crambessa; Rhizostoma; Cotylorhiza, etc.

2. Unterordnung. Semostomae.

Vier lange, fahnenförmige Mundarme; Mund einfach, kreuzförmig; mit hohlen Tentakeln. Pelagia; Aurelia, etc.

3. Unterordnung. Cannostomae.

Einfaches, vierseitig prismatisches Mundrohr; Mund einfach, quadratisch; Tentakel solid, kurz. Nausithoë.

III. Klasse. Ctenophora, Rippenquallen.

Freischwimmende (pelagische), skeletlose Tiere; Körper kugelig bis bandförmig, zweistrahlig gebaut; 8 in meridianer Richtung verlaufende Rippen (Reihen von Flimmerplatten); keine Nesselorgane, sondern Klebzellen; Hermaphroditen.

1. Ordnung. Tentaculata.

Mit zwei in Taschen zurückziehbaren Fangfäden.

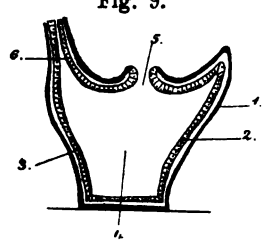
Fam. Cydippidae; *Fam.* Lobatae (mit Eucharis); *Fam.* Cestidae (bandförmiger Körper; mit Cestus Veneris).

2. Ordnung. Nuda. Keine Fangfäden.

Fam. Beroidae (mit Beroë).

Die Körperform der Cnidarier bietet dem Verständnisse nicht unerhebliche Schwierigkeiten. Zwei so grundverschieden aussehende Tiere, wie Polyp und Meduse, sind vielfach nur verschiedene Zustände einer einheitlichen Entwicklung.

Fig. 9.



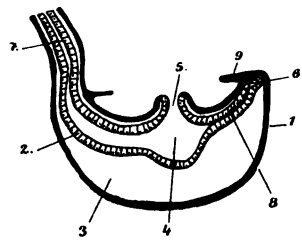
Schema des Hydroïdpolypen.
1 = Ectoderm; 2 = Entoderm; 3 = Stützlamelle; 4 = Gastralhöhle; 5 = Mund; 6 = Tentakelkanal.

Entsprechend den drei Klassen des Subtypus kann man drei Grundformen unterscheiden, auf welche die verschiedenen Bildungen zurückzuführen sind.

Für die erste Klasse, die Hydrozoën, ist die Grundform die Hydrula. Dieselbe ist eine mit aboralem Pole festsitzende Gastrula, um deren Mundöffnung herum in Form von Tentakeln die Leibeswand sich ausstülpt. Der Körper besteht aus drei Schichten, dem

Ectoderm, dem Entoderm und der Stützlamelle. Wird die festsitzende Lebensweise aufgegeben, so entsteht die craspedote Meduse. Die aborale Körperpartie wird dabei durch Ausbreitung zum Schirm der Meduse (Exumbrella), während der orale Abschnitt sich zur Subumbrella einsenkt. Am Rande des so entstandenen Organismus sitzen strahlenförmig die Tentakel. In der Mitte der Subumbrella, am Ende eines mehr oder weniger langen Stieles (Magenstiel), liegt der Mund. Mit der Verbreiterung der aboralen Partie zur Exumbrella geht einher eine excessive Entwicklung der Stützlamelle zur Gallerte der Umbrella. Der Darmkanal, der ursprünglich sehr ausgedehnt war, wird stark zurückgebildet, denn es legen sich die oralen und aboralen Partieen in der Nähe des Mundes in grofsem Umfange aneinander. Von der Gastralhöhle der Hydrula bleiben erhalten: das Lumen des Magenstieles mit der Mundöffnung; der centrale Magen, oberhalb des Stieles gelegen; ein peripherer Kanal (Ringkanal) am Rande der Scheibe, der sich in die Tentakel hinein erstreckt, und endlich die sogenannten Gastrokanäle, das sind radiär verlaufende Verbindungen zwischen Magen und Ringkanal. Letzterer mit den Gastrokanälen bildet den Kranzdarm. Dadurch, dafs sich die beiden Schichten des Entoderm (orales und aborales) an einander legen, entsteht die Gefäfslamelle oder Cathammalplatte. Die Zahl der Radialkanäle beträgt gewöhnlich vier (bei einfachen Medusen); sie liegen in den sogenannten Perradien (4); zwischen diesen Radien liegen 4 Interradien, zwischen diesen die 8 Adradien und zwischen diesen die 16 Subradien.

Fig. 10.



Schema der craspedoten Meduse.
1 = Ectoderm; 2 = Entoderm; 3 = Stützlamelle; 4 = Gastralhöhle; 5 = Mund; 6 = Ringkanal; 7 = Tentakelkanal; 8 = Cathammalplatte; 9 = Velum.

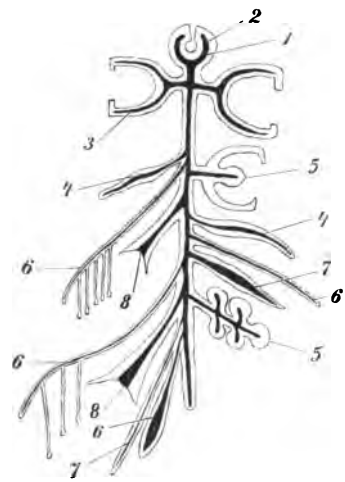
Die Meduse, welche bei vielen Hydroidstöcken durch seitliche Knospung entsteht, hat, wenn man sich so ausdrücken darf, die Aufgabe, die Geschlechtszellen zu produzieren und weiter zu verbreiten.

Die Siphonophoren sind frei bewegliche Stöcke von

craspedoten Medusen. Ihre Organisation sei daher hier besprochen. Wir dürfen, nach der Darstellung von Häckel, dabei nicht übersehen, dass Siphonanthen und Disconanthen grundverschieden von einander sind.

Man kann den Körper der Siphonanthae mit einer craspedoten Meduse parallelisieren, an deren Magenstiele zahlreiche andere Medusen haften. Der Magen bildet dabei den Stamm, der sich in die polymorphen Einzeltiere hinein verzweigt. Am oberen Ende des Stammes findet sich die mit Luft gefüllte Pneumatophore, die nur den Calyconecten abgeht. Durch diese umgewandelte Meduse erhält sich der Stock schwimmend an der Oberfläche des Meeres. An der Exumbrella derselben findet sich eine mit dem umgebenden Medium durch einen Porus kommunizierende Einstülpung (Luftsack). Unter den polymorphen Tieren des Stockes fehlen niemals die Nährtiere und die Geschlechtstiere; die ersteren, röhrenförmige Polypen, welche an ihrem freien Ende eine tentakellose Mundöffnung haben, heifsen Siphonen, sind an einer, der ventralen, Linie des Stammes angeordnet und stehen mit dem Lumen desselben, i. e. dem Magenstiel der Muttermeduse, in Kommunikation. Die Geschlechtstiere zeigen deutlich die Medusengestalt und sind bei vielen Siphonanthen zu besonderen Gruppen (Cormidium) geordnet; die zwischen ihnen vorhandenen Zwischenräume heifsen Internodia. Meistens sind männliche und weibliche Geschlechtstiere zugleich vorhanden, seltener die Geschlechter auf ver-

Fig. 11.



Siphonophorenschema.
1 = Magen; 2 = Schwimmblase; 3 = Schwimmglocke; 4 = Deckstück; 5 = Gonophore; 6 = Tentakel; 7 = Taster oder Fühler; 8 = Sipho.

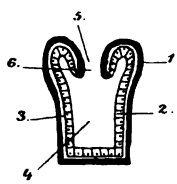
schiedene Stöcke verteilt. Die Cormidien zeigen eine grofse Mannigfaltigkeit in ihrer Anordnung. Sie können sich vom Stamme loslösen und (Eudoxien oder Ersaeen) eine Zeitlang frei umherschwimmen. Aus dem Ei entsteht die Larve und aus dieser durch Knospung der neue Stock. Aufser diesen nie fehlenden Einzelpersonen kommen noch andere in verschiedener Gruppierung vor, die bald vorhanden sein können, bald vermifst werden. Diese sind: ein Tentakel, der frühzeitig abgeworfen wird; die Nectophoren oder Schwimmglocken, ausschliefslich für die Fortbewegung des Stockes reduzierte Medusen; Deckstücke; sie sind Umwandlungen der Umbrella und schützen die anderen Personen; Fangfäden, mit Nesselknöpfen versehen und sehr kontraktil; Taster oder Fühler, dies sind Siphonen ohne Mundöffnung.

Die Disconanthen sind nach Bau und Entwicklung Medusen mit randständigen Tentakeln und stellen keine Stöcke vor. An der Subumbrella ist ein typischer Magenstiel (Hauptsipho), neben welchem seitlich durch Knospung sekundäre Siphonen (Palponen) entstehen, an deren Wand sich medusenförmige Gonophoren bilden. Im Schirme, in der exumbrellaren Seite, bildet sich ein Luftbehälter von oft kompliziertem Bau.

Bei allen Hydrozoën ist als Hauptcharakteristikum anzuführen, dafs der gesamte Darmkanal, vom Munde ab und diesen mit einbegriffen, entodermales Epithel besitzt.

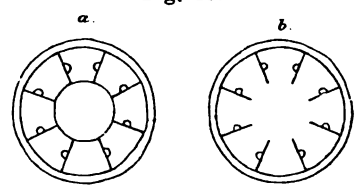
Für die Scyphozoën ist die Grundform der Scyphopolyp oder die Scyphula. Der Hauptunterschied von der Hydrula besteht darin, dafs der Mund mit seiner Umgebung sich in den Gastralkanal einstülpt, wodurch ein mit ectodermalem Epithel bekleidetes Schlundrohr gebildet wird. Um das letztere herum erstrecken sich gegen die Wand der Gastralhöhle Scheidewände (Septa),

Fig. 12.



Schema des Scyphopolypen.
1 = Ectoderm; 2 = Entoderm; 3 = Stützlamelle; 4 = Gastralhöhle; 5 = Mund; 6 = Schlund.

Fig. 13.



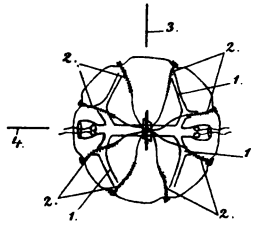
Schema einer einfachen Koralle.
a. in der Gegend des Schlundes.
b. in der Gastralgegend.

4, 6 oder 8 an Zahl, so dafs die Höhle in ebensoviele Magentaschen zerfällt. Die Septa oder Taeniolen sind mit Wülsten, Mesenterialwülste oder Gastralfilamente genannt, besetzt und erstrecken sich auch gegen den aboralen Abschnitt des Körpers. Auf der Ausbildung der Scyphula steht im Wesentlichen eine einfache Korallenperson. Das Schlundrohr (Stomadaeum) hat zwei Öffnungen: eine äufsere, Mund genannt, und eine innere, Darmpforte genannt. Die Septen verschmelzen mit dem Schlundrohre, dadurch entstehen radiär gerichtete Kammern; in der übrigen Ausdehnung des Körpers ragen die Septen frei in die Gastralhöhle, hier sind also Nischen vorhanden. Die Zahl der Tentakel ist konform der der Septa; bei den Octocorallia 8, bei den Tetracorallia ein Vielfaches von 4, bei den Hexacorallia 6 oder 6n.

Die niedrigen Acraspeden mit ihrem becherförmigen Körper weichen nur wenig von der Scyphula ab. Die vier Magentaschen existieren noch oder sind durch Reduktion der Septen zu vier knotenförmigen Verdickungen der Magenwand zu einem Ringsinus vereinigt. Die Septa tragen Büschel (Phacellen) von Gastralfilamenten und erstrecken sich als Magenleisten gegen die aborale Körperpartie hin. Eine Cathammalplatte entsteht bei den Discomedusen durch Aneinanderlagerung der subumbrellaren und exumbrellaren Wandung des Ringsinus (Kranzdarm). Viele Scheibenquallen sind in der Jugend festsitzende Scyphulae.

Die dritte Grundform zeigen die Ctenophoren. Der zarte, durchsichtige Körper ist von kugeliger oder eiförmiger Gestalt. Die Hauptachse verbindet die Mundöffnung (oraler Pol) mit der gegenüberliegenden Körperregion (aboraler Pol), an welchem ein als Otolith bezeichneter Sinneskörper liegt, dessen Funktion nach neueren Untersuchungen in der Erhaltung der Gleichgewichtslage des Tieres besteht. Der Mund führt in ein mit ectodermalem Epithel bekleidetes Schlundrohr und dieses in den mit entodermalem Epithel versehenen Magen. Letzerer steht senkrecht zur

Fig. 14.

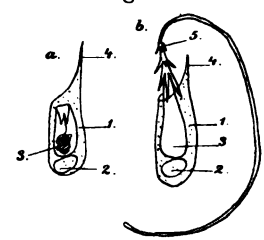


Schema einer Ctenophore, vom Scheitelpole aus gesehen, aus Claus.
1 = Gefäfssystem; 2 = Rippen; 3 = Sagittalebene; 4 = Transversalebene.

Hauptachse (Medianebene) und bildet daher, von einem Pole aus gesehen, mit dem Schlundrohre ein Kreuz. Die Magenebene (Lateralebene) schneidet senkrecht die Hauptebene; dadurch werden vier Quadranten gebildet, von denen je zwei einander diagonal gegenüber liegende kongruent, je zwei an einander stofsende symmetrisch sind. Vom oralen zum aboralen Pole verlaufen in acht Meridianen an der Körperoberfläche acht Rippen, d. h. acht Reihen von Flimmerplatten, welche das Hauptbewegungsorgan dieser Tiere darstellen. Vom Magen gehen ab vier Arten von Gastralkanälen, und zwar: 4 interradiale Kanäle, die sich gabelig teilen und zu den Rippen sich begeben; 2 perradiale Kanäle in der Lateralebene zum oralen Pole (Schlund- oder Magengefäfse); 2 perradiale Kanäle in derselben Ebene zu den Tentakeltaschen (Tentakelgefäfse) und endlich ein unpaarer Kanal in der Hauptachse des Körpers zum aboralen Pole. Zwischen Schlund-Magen und Haut findet sich eine stark entwickelte Gallerte. Der runde Querschnitt vieler Ctenophoren wird durch Compression in der Lateral- oder Medianebene bedeutend abgeplattet.

Das nach seinem Ursprunge als ectodermales und entodermales zu unterscheidende Epithel des Körpers kann histiologisch nicht scharf aus einander gehalten werden. Ein Mesoderm ist noch nicht vorhanden, nur eine zwischen beide Keimblätter sich einschiebende Stützlamelle, die der Zellen entbehrt. Die Epithelzellen sind bewimpert; die Ruderplättchen der Rippenquallen bestehen aus verschmolzenen Wimpern. Die Nesselorgane, die sich nur bei Hydrozoën und Scyphozoën vorfinden, sind häufig zu Nesselknöpfen oder Nesselbatterieen angehäuft. Jede Nesselzelle (Cnidoblast) beherbergt in ihrem Inneren eine mit spiralig aufgerolltem, Widerhaken tragenden Faden versehene Kapsel (Nesselkapsel) und hat einen feinen über die Oberfläche hervorragenden Fortsatz (Cnidocil). Als

Fig. 15.



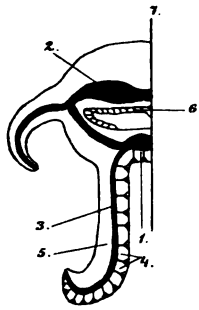
Nesselzellen, nach F. E. Schulze. *a.* mit eingerolltem, *b.* mit ausgestülptem Faden 1 = Cnidoblast; 2 = Kern; 3 = Nesselkapsel; 4 = Cnidocil; 5 = Widerhaken.

Antwort auf einen mechanischen Insult wird der Faden herausgeschleudert. Bei den Ctenophoren finden sich statt der Nesselorgane die sogenannten Klebzellen, d. h. halbkugelige Zellen mit unebener, klebriger Oberfläche, an deren Innenseite ein feiner kontraktiler Faden sitzt, welcher die an irgend einem Gegenstande angeklebte Zelle wieder in das Innere zurückzieht.

Das Gastrovascularsystem ist bei Erörterung der allgemeinen Körperform schon gröfstenteils behandelt, da seine Verteilung in inniger Verbindung mit dem Körperbau steht; es dient zur Verdauung und zur Cirkulation. Hier sei dem früher Gesagten nur noch Folgendes hinzugefügt.

Bei Actinien sind einzelne Mesenterialfilamente von bedeutender Länge, sie heifsen Acontien und können durch die Mundöffnung oder durch besondere Poren in der Haut nach aufsen gestülpt werden. Der Mund ist bei Craspedoten viereckig, kreuzförmig, in vier Zipfel ausgezogen und enthält stets sehr viele Nesselorgane. Der Centralmagen kann bei derselben Gruppe in mehrere Abteilungen zerfallen. Die gröfste Mannigfaltigkeit bieten die Acraspeden dar. Bei den Rhizostomeen ist die eigentliche Mundöffnung verwachsen; vikariierend haben sich dafür zahlreiche kleine Saugmündchen ausgebildet, welche sich in den hohlen, den Mund umstehenden Tentakeln finden. Der centrale Gastrovascularraum (Magen) giebt bei den Cubomedusen und Stauromedusen vier Magentaschen ab, bei den Discomedusen acht und mehr. Sind dieselben weit und haben sie nur schmale Septa, so heifsen sie Radialtaschen, sind sie eng und die Septa breit, Radialkanäle. Das Vorkommen der Gastralfilamente bedingt einen scharfen Unterschied von den Hydrozoën, die diese Gebilde nicht haben.

Fig. 16.



Schema einer Discomeduse; nach Häckel (aus Lang).

1 = Buccalmagen; 2 = Hauptmagen; 3 = Armkanal; 4 = Saugmündchen; 5 = Munddarm; 6 = Gonade; 7 = Hauptachse.

Muskulatur. Bei den Hydroïden finden sich Muskeln besonders um die Mundgegend entwickelt; bei den Actinien bilden sie den Hautmuskelschlauch. Die Medusen haben drei Gruppen von Längs- und Quermuskeln. Die Längs-

muskeln erscheinen als: 1) Retractoren des Mundstieles; 2) radiär von der Mundbasis zum Scheibenrande verlaufende Bündel; 3) in den Tentakeln und Randlappen. Die Quer- oder Ringmuskeln bilden: 1. die Ringmuskulatur des Mundstieles; 2. die der Subumbrella, welche bei den Acraspeden zu einem starken Kranzmuskel reduziert ist, während sie bei den Craspedoten in der ganzen Ausdehnung sich findet; 3. die Ringmuskulatur des Velum bei den Craspedoten, der Randlappen bei Acraspeden. Die Randlappen sind bei manchen Cubomedusen und Rhizostomeen zu einem Saume, Velarium, verwachsen.

Nervensystem. Eine Konzentration desselben zu einem besonderen Centralorgane fehlt noch (Mangel des Kopfes). Es findet sich ein doppelter Nervenring (oberer oder exumbrellarer und unterer oder subumbrellarer) an der Anheftungsstelle des Velum bei den Craspedoten; die aborale Partie der Exumbrella ist bei beiden Gruppen der Medusen nervenlos. Die Siphonophoren haben zerstreut Ganglienzellenplexus. Die Korallen haben einen Ganglienzellenplexus in der Tiefe des Körperepithels. Die Acraspeden besitzen subumbrellar gelegene Ganglienzellenplexus; die Zahl der Plexus entspricht im allgemeinen der der Sinneskolben im Schirmrande. Bei den Cubomedusen sind 8 Plexus oberhalb des Schirmrandes vorhanden, die durch einen Ringnerven mit einander verbunden sind. Vier derselben innervieren die Sinneskolben, vier die Tentakel. Bei den Ctenophoren soll ein ectodermaler Plexus an der ganzen Oberfläche des Körpers verbreitet sein und ferner acht Nervenzüge sich finden, die unter den Rippen verlaufen.

Sinnesorgane. Als Tastorgane sind Epithelzellen an den Tentakeln und am Scheibenrande der Medusen zu betrachten, die mit Nervenfasern in Verbindung stehen.

Als Geruchs- oder Geschmacksorgane werden grubenförmige Vertiefungen an den Sinneskörpern der Acraspeden und kleine Keulen am Schirmrande einiger Craspedoten betrachtet.

Entwickelter sind diejenigen Sinnesorgane, die man als Gehörorgane deutet, und zwar kann man drei Hauptformen derselben unterscheiden. 1. Randbläschen bei Leptomedusen. Offene oder geschlossene grubenförmige Vertiefungen des Epithels der Subumbrella; ihre Lage ist in der

Nähe der Veluminsertion. Sie enthalten einen oder mehrere Hörsteine (Otolithen) ectodermalen Ursprunges. Die Zellen auf dem Boden der Grube besitzen Haare. 2. Am weitesten verbreitet sind die Hörkolben oder akustischen Tentakel, bei denen der Otolith entodermalen Ursprunges ist. Das Epithel der Basis des Kolbens (Sinnespolster) besitzt Hörhaare. 3. Die Sinneskolben der Acraspeden (Rhopalien) sind zusammengesetzte Gebilde, da in ihnen aufser den Hörkölbchen noch Augen und Riechkölbchen vorkommen. Der Sinneskörper der Ctenophoren dient nicht der Gehörfunktion, sondern, wie neuere Untersuchungen (Verworn) lehren, dem Gleichgewicht.

Gesichtsorgane sind in Form von Pigmentflecken und von Bechern, welch letztere ein glaskörperähnliches Gebilde enthalten, bei vielen Medusen anzutreffen.

Die Stützorgane des Cnidarienkörpers, die zum Teil ectodermalen, zum Teil entodermalen Ursprunges sind, erscheinen als Kalkskelet der Steinkorallen, Hornskelet bei den Alcyonarien, als chitinige Cuticula (Periderm) bei den Hydroïden und als Scheibengallerte bei den Medusen. Letztere ist entodermalen, die erst genannten Bildungen sind ectodermalen Ursprunges.

Geschlechtsorgane. Die Hydrozoën und Scyphozoën sind getrennt geschlechtlich, mit Ausnahme von Hydra, Cerianthus, Chrysaora und einigen anderen; die Ctenophoren sind Zwitter. Bei den Stock bildenden Formen sind die Stöcke (Cormi) entweder monoecisch oder dioecisch, d. h., im ersteren Falle sind männliche und weibliche Personen auf demselben Cormus vorhanden, im letzteren Falle ist der Stock entweder nur männlich oder nur weiblich. Die Geschlechtsdrüsen (Gonaden) sind Ballen von Ei- oder Samenzellen. Die Geschlechtsprodukte werden bei den Hydrozoën von ectodermalen, bei den Scyphozoën von entodermalen Zellen hervorgebracht; hinsichtlich der Ctenophoren herrscht hierin noch Unklarheit. Bei vielen Acraspeden sind in der Umgebung des Schlundes Einsenkungen vorhanden, Subgenitalhöhlen genannt, deren Boden der subumbrellaren Wand des Centralmagens dicht anliegt; die Wand heifst Genitalmembran. Bei manchen Rhizostomeen wird durch Vereinigung der Subgenitalhöhlen in der Mitte des Umbrella der porticus subgenitalis gebildet.

Die Fortpflanzung der Ctenophoren ist stets eine amphigone. Die reifen Eier und Samenfäden werden bei ihnen in den Gastrovascularraum entleert und gelangen durch den Mund nach aufsen. Die Larve wird nach einer mehr oder minder komplizierten Metamorphose wieder direkt zur Rippenqualle.

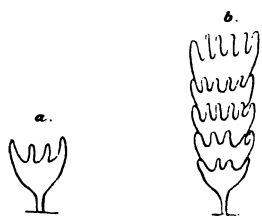
Bei den Hydrozoën und Scyphozoën kommt neben der amphigonen auch die monogone Fortpflanzung vor, und zwar letztere als Teilung und Knospung, wodurch es zur Bildung von Tierstöcken kommt.

Bei den Hydrozoën mufs man die sterilen Nährpersonen (Polypen) und die Geschlechtspersonen (Medusen) unterscheiden. Die ersteren pflanzen sich durch Knospung fort; das junge Tier bleibt entweder am Muttertiere haften (Polypenstöcke) oder es löst sich als craspedote Meduse los, schwimmt frei umher und breitet die Geschlechtsprodukte, welche in der Meduse zur Ausbildung und Reife gelangen, über gröfsere Meeresregionen aus. Indessen ist bei vielen Hydrozoën die frei schwimmende Medusenform unterdrückt, die Geschlechtspersonen bleiben als medusoïde Personen mit dem Stocke in Verbindung. Und andererseits giebt es viele craspedote Medusen, bei welchen aus dem befruchteten Ei keine Polyp wird, sondern sofort ein Meduse. Hier also ist der Entwicklungsgang caenogenetisch abgekürzt, während wir da, wo Polypen- und Medusenstadium abwechseln, einen Generationswechsel (Metagenesis) vor uns haben. Bei den Siphonophoren entsteht aus dem befruchteten Ei ein medusoïder Organismus und aus diesem durch Knospung der polymorphe Stock. Bei Physalia und den Disconanthen können sich die medusoïden Gonophoren vom Stocke loslösen und frei umherschwimmen.

Unter den Scyphozoën haben die Anthozoën teils geschlechtliche, teils ungeschlechtliche Fortpflanzung. Bei der ersteren spielt sich die Entwicklung häufig im Gastrovascularraume des Muttertieres ab. Die aus dem Munde desselben auskriechenden Larven setzen sich nach einer Zeit freien Lebens mit dem aboralen Pole fest und bilden sich allmählich zum Korallentier aus. Bei der monogonen Fortpflanzung ist das Resultat die Bildung eines Stockes. Durch unvollständige Teilung, durch Knospung oder durch sogenannte bruttragende Ausläufer (Stolonen) kommt derselbe zustande.

Die Form des Stockes ist bedingt durch die Art und Weise wie die unvollständige Teilung (der Länge oder der Quere nach), oder die Knospung (an der Seite, am Munde oder an der Fufsscheibe) abläuft. Der Teil des Stockes, welcher die Einzelpolypen verbindet, heifst Cönenchym oder Cönosark. Bei den Acraspeden ist meist ein Generationswechsel vorhanden; nur bei Pelagia und bei den Stauromedusen kommt derselbe nicht vor. Die aus dem Ei ausschlüpfende Wimperlarve setzt sich nach einiger Zeit des Umherschwimmens mit ihrem Vorderende fest. Am freien Pole bricht die Mundöffnung durch, um welche sich Tentakel kranzförmig ausbilden. Dieses Polypenstadium wird Scyphistoma genannt. Während der Dauer desselben können seitlich Knospen entstehen, die sich loslösen und zu Scyphistomen werden. Später beginnt durch Auftreten querer Einschnitte eine Teilung des Scyphistoma (Strobilation). Im einfachsten Falle löst sich das scheibenförmige Teilstück, das mit Tentakeln und Mund versehen ist, los und schwimmt als junge Meduse umher (monodiske Strobila); am zurückbleibenden Stiel bildet sich dann eine neue Scheibe. Oder (bei gröfserer Komplikation) es kommt zur Bildung von zahlreichen Scheiben, von denen die jüngeren immer zwischen Scyphistomastiel und der nächst älteren Scheibe sich abschnüren (polydiske Strobila). Die so entstandenen jungen Medusen heifsen Ephyrae.

Fig. 17.



Strobilation, schematisch.
a. Scyphistoma.
b. Polydiske Strobila.

Phylogenie. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs die Hydrozoën und Scyphozoën von festsitzenden Formen abstammen, die von einer Gastraea abzuleiten sind, welche, mit dem aboralen Pole festgewachsen, um den Mund herum Tentakel ausbildete, in die hinein sich die Gastralhöhle erstreckte. Im Einzelnen sind die Schwierigkeiten für die Erkennung der Stammesbeziehungen der Cnidarien nach unten hin, d. h. nach der Wurzel des Tierreiches zu, aufserordentlich grofs; eine befriedigende Lösung des Problemes ist noch Desiderat.

III. Typus. Plathelminthes oder Platodes, Plattwürmer.

Abgeplattete, mehr oder weniger gestreckte Organismen, die früher zu dem Typus der Würmer gerechnet wurden, von dem sie aber in neuester Zeit mit Recht abgetrennt werden. Sie sind bilateral-symmetrisch gebaut; neben amphigoner Fortpflanzung findet sich Parthenogenese und auch Knospung.

System.

I. Klasse. Turbellaria, Strudelwürmer.

Freilebende Plathelminthen; Körperepithel bewimpert; Darm ohne Afteröffnung; teils im Meere, teils im süfsen Wasser, teils auf dem Lande lebend; Hermaphroditen.

1. Ordnung. Polycladidea, Meeresplanarien.

Körper flach, blattförmig.

1. Tribus. Cotylea.

Mund und Pharynx in der Mitte des Körpers oder vor derselben; mit Bauchsaugnapf. Thysanozoon; Yungia; Prosthiostomum, etc.

2. Tribus. Acotylea.

Mund und Pharynx in der Mitte des Körpers oder hinter derselben; kein Bauchsaugnapf. Cestoplana; Leptoplana, etc.

2. Ordnung. Tricladidea.

Körper gestreckt, platt; Mund und Pharynx hinter der Körpermitte; leben im Süfswasser, im Meere und auf dem Lande. Dendrocoelum (im süfsen Wasser); Bipalium (auf dem Lande); Gunda (im Meere).

3. Ordnung. Rhabdocoelidea.

Kleine Würmer des süfsen und salzigen Wassers; Körper gestreckt, drehrund oder plattgedrückt.

1. Tribus. Alloiocoela.

Darm vom Parenchym scharf getrennt, mit seitlichen Ausbuchtungen. Monotus; Plagiostoma, etc.

2. Tribus. Rhabdocoela.

Darm vom Parenchym scharf getrennt; ohne seitliche Ausbuchtungen; Vortex; Graffilla (parasitär lebend); Mikrostoma; Makrostoma, etc.

3. Tribus. Acoela.

Darmkanal undeutlich. Convoluta, etc.

II. Klasse. Trematodes, Saugwürmer.

Körper länglich, abgeflacht; Körperepithel nicht wimpernd; Darm gabelig gespalten; Hermaphroditen; leben parasitisch.

1. Ordnung. Ectoparasitica (Monogenea).

Mit mindestens 3 Saugnäpfen; meist auch mit Haken; ohne Generationswechsel. Tristomum; Diplozoon (zwei noch nicht geschlechtsreife Tiere umfassen einander kreuzförmig (><), erst dann werden sie geschlechtsreif), etc.

2. Ordnung. Endoparasitica (Digenea).

Höchstens zwei Saugnäpfe, ohne Haken; mit Generationswechsel.

Distoma hepaticum; — lanceolatum (in den Gallengängen des Schafes); Distoma isostomum; Bilharzia haematobia (Gynaecophorus haematobius), im Blute der Pfortader und in den Venen der Baucheingeweide der Menschen in Afrika; wirkt tödlich; das Männchen trägt in einer Rinne am Bauche das Weibchen; Monostoma, etc.

III. Klasse. Cestodes, Bandwürmer.*)

Körper flach, gestreckt, meist aus Gliedern bestehend (Proglottiden); Körperepithel ohne Wimpern; Kopf mit Haftorganen; kein Darm; kein Cirkulationssystem; Hermaphroditen; leben endoparasitisch.

1. Ordnung. Monozoa. Körper ungegliedert.

1. Fam. Amphilinidae; nur ein Saugnapf. Schmarotzen in Fischen.

2. Fam. Caryophyllaeidae; ohne oder mit 2 Sauggruben.

Gen. Caryophyllaeus; ohne Sauggruben; in Fischen.

Gen. Archigetes; 2 längliche Sauggruben; in Würmern.

2. Ordnung. Polyzoa; Körper durch Strobilation eine Kette von Gliedern bildend.

1. Fam. Tetraphyllidae; 4 bewegliche, sitzende oder gestielte Haftapparate mit Haken; Glieder sich ablösend; Geschlechtsöffnungen randständig; in Plagiostomen.

2. Fam. Tetrarhynchidae; 4 bewegliche Sauggruben; 4 mit Widerhaken versehene retraktile Rüssel; in der Jugend in Knochenfischen, reif in Haien und Rochen.

---

*) Das System der medizinisch so aufserordentlich wichtigen Bandwürmer gebe ich sehr ausführlich in Anlehnung an das System bei Leunis-Ludwig.

3. Fam. Ligulidae; undeutlich gegliedert; Kopf ohne Sauggruben oder 2 flache, spät auftretende; Geschlechtsöffnungen flächenständig; Jugendform in Fischen, reif in Vögeln.

4. Fam. Botriocephalidae; Kopf mit 2 länglichen Sauggruben; kein Rostellum; Proglottiden nicht immer deutlich; Geschlechtsöffnungen flächen-, selten randständig.

Gen. Botriocephalus; deutlich gegliedert; 2 Sauggruben; Geschlechtsöffnungen flächenständig.

B. latus, breiter Bandwurm des Menschen; Proglottiden 3,5 mm lang, 10 bis 12 mm breit; ganze Länge 5 bis 9 m; 3000 bis 4000 Proglottiden, im Darme des Menschen und Hundes in Europa. Die freischwimmende Larve kriecht in den Darm der Hechte und Quappen und von da in das Muskelfleisch dieser Fische. Mit dem Genusse desselben Einwanderung in den Menschen.

B. cordatus; 400 bis 600 Proglottiden; kleiner und gedrungener als B. l.; in Grönland und Island zuweilen im Darme von Menschen.

Gen. Schistocephalus; jederseits am Kopfe ein Saugnapf; Geschlechtsöffnung flächenständig; jung in Stichlingen, reif in Wasservögeln.

Gen. Triaenophorus; Geschlechtsöffnungen randständig; in Fischen.

5. Fam. Taeniadae; Kopf birn- oder kugelförmig, klein; stets 4 Saugnäpfe; Rostellum meist mit mehrfachem Hakenkranze; Proglottiden deutlich; Geschlechtsöffnungen fast immer randständig.

Gen. Taenia; Charaktere die der Familie.

a) Gymnotaeniae; ohne Haken.

T. saginata (mediocanellata), unbewaffneter Bandwurm des Menschen; 4 bis 8 m lang; 1200 bis 1300 Proglottiden; reif im Dünndarme des Menschen; Jugendzustand (Cysticercus t. s., Finne) in den Muskeln und gelegentlich in anderen Organen des Rindes.

T. expansa, Riesenbandwurm; bis 60 m lang, Proglottiden breiter als lang; Finne unbekannt; reif im Darme des Schafes und der Ziege (Bandwurmseuche), seltener beim Rinde.

T. perfoliata; 2,5 bis 8 cm lang; Kopf viereckig, sehr grofs und sehr grofse Saugnäpfe, dahinter vier kleine Läppchen;

Proglottiden sehr kurz; reif im Dünn- und Dickdarm des Pferdes; Finne unbekannt.

b) Echinotaeniae; mit Haken.

T. solium, bewaffneter Bandwurm des Menschen; 2 bis 3,5 m lang; 800 bis 900 Proglottiden; am vorspringenden Rostellum ein Kranz von 26 bis 32 gröfseren und kleineren Haken; reif im Dünndarme des Menschen; Finne (Cysticercus cellulosae) im Muskelfleische und in anderen Organen des Schweines und des Menschen. Gefährlich, weil sich das Finnenstadium im Menschen entwickeln kann, wenn reife Eier in dessen Magen gelangen; die Finne findet sich beim Menschen im Muskelfleische, im Gehirn, im Auge und im subcutanen Gewebe.

T. marginata, grofser Hundebandwurm; reif im Darme des Hundes; Finne (Cysticercus tenuicollis) in der Pleura, Peritoneum, Mesenterium, Omentum, Milz, Leber von Schafen, Rindern, Schweinen, Hirschen, Rehen, Gemsen.

T. serrata, gesägter Hundebandwurm; reif im Darme des Hundes; Finne (Cysticercus pisiformis) in Leber etc. von Kaninchen und Hasen; Hasenleber mit Finnen wird „venerisch" genannt.

T. crassicollis, Katzenbandwurm; reif im Darme der Hauskatze und wilder Katzenarten; Finne (Cysticercus fasciolaris) in der Leber der Mäuse.

T. cucumerina, Gurkenbandwurm des Hundes; reif im Darme von Hunden und Katzen; Finne im Leibe der Hundelaus (Trichodectes canis).

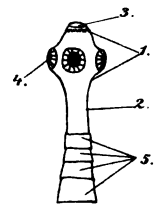
T. coenurus, Quesenbandwurm des Hundes; reif im Dünndarme des Hundes; Finne (Cysticercus cerebralis) im Gehirn der Schafe und Rinder; ruft die Drehkrankheit der Schafe und Rinder hervor.

T. echinococcus, Hülsenbandwurm; reif im Darme des Hundes; die Finne (Echinococcus veterinorum, hominis) in der Leber verschiedener Haustiere und des Menschen; bei letzterem bedingt sie schwere, oft tödliche Krankheit; die Eier gelangen mit der Nahrung durch den Mund in den Magen des Menschen.

Körperform und Hautsystem. An dem, wie der Name des Typus besagt, platten Körper, dessen äufsere Form zwischen einem breiten Oval und einem langen Bande zahl-

reiche Variationen darbietet, findet sich insofern die Andeutung eines Kopfes, als in demjenigen Teile, der beim Kriechen vorangeht, das Nervensystem als eine starke Masse (centrales Nervensystem) sich konzentriert hat. Am Körper der Cestoden haben wir den Scolex und die Glieder oder Proglottiden zu unterscheiden. Der Scolex zerfällt in den Kopf und den Hals, von denen der erstere das Nervensystem enthält. Der Kopf hat häufig eine Spitze, Kopfspitze oder Kopfzapfen (Rostellum) genannt. In den Proglottiden liegen die Geschlechtsorgane. Ein äufseres bewimpertes Körperepithel ist nur bei Turbellarien deutlich, bei Trematoden und Cestoden findet sich statt dessen eine elastische Membran (Cuticula), die keine Wimpern hat. Bei den Turbellarien kommen in der Haut einzellige Drüsen (Rhabditenzellen) vor, die ein spindelförmiges Sekret enthalten. Zwischen Leibeswand und dem noch zu beschreibenden Gastrovascularsystem findet sich das Körperparenchym, das ein zelliges Bindegewebe darstellt. Es ist bei den Acoelen nicht vom Darme gesondert; hier ist ein verdauendes Parenchym vorhanden.

Fig. 18.



Scolex von Taenia solium; schematisch. 1 = Kopf; 2 = Hals; 3 = Rostellum; 4 = Saugnäpfe; 5 = Proglottiden.

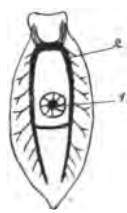
Bewegungssystem und Haftapparate. Die Muskulatur zeigt zwei Hauptgruppen: die allgemeine Körpermuskulatur und die spezielle Organmuskulatur. Die erstere zerfällt in die Hautmuskulatur und Sagittalmuskulatur. Die Hautmuskulatur, unter der Basalmembran an der Haut oder der Cuticula gelegen, besteht aus drei Schichten, der Längsfaserschicht, der Querfaserschicht und der doppelten Diagonalfaserschicht. Die sagittale oder dorsoventrale Muskulatur hat verästigte Fasern, welche das Parenchym in dorsoventraler Richtung durchsetzen und Scheidewände zwischen den Ästen des Darmes bilden. Die spezielle Organmuskulatur ist der Funktion der Organe genau angepafst.

Die Haftapparate, die fast allenthalben sich finden, zeigen sehr verschiedene Verhältnisse. Bei den Polycladen ist ein Bauchsaugnapf vorhanden in der Mitte der ventralen Fläche, stets hinter Mund und Geschlechtsöffnungen gelegen. Bei den Trematoden haben die digenetischen höchstens

zwei muskulöse Saugnäpfe, deren einer Mundsaugnapf heifst, weil in seinem Grunde der Mund liegt, während der zweite, wo er vorhanden (bei Monostoma fehlt er), an der Bauchseite oder am hinteren Körperende sich findet und Bauchsaugnapf heifst. Bei den monogenetischen Trematoden sind zwei Saugnäpfe zu Seiten des Mundes und ein dritter, gestielter am Hinterende des Körpers vorhanden (Tristoma), oder das Hinterende ist zu einer Saugscheibe umgewandelt. Die Cestoden (cfr. System) haben am vorderen Körperende einen, zwei oder vier Saugnäpfe. Als Verstärkung dieser Haftapparate dienen Haken, Leisten, Zähne; sie finden sich am Bauchsaugnapfe der monogenetischen Trematoden, am Kopf- oder Stirnzapfen (Rostellum) vieler Taeniaden, am Rüssel der Tetrarhynchiden.

Nervensystem und Sinnesorgane. Vom Gehirne der Polycladen, das unterhalb des vorderen Darmastes an der Grenze zwischen Mitte und Vorderende des Körpers gelegen ist, gehen Nervenfasern durch den ganzen Körper, die unter oder in der Hautmuskulatur dahinziehen. Man kann als Hauptnervenstämme unterscheiden: 2 innere Längsnerven jederseits der Medianlinie, 2 laterale äufsere und 2 dorsale Längsnerven. Das Gehirn innerviert die Sinnesorgane. Von dem Gehirne der Tricladen, das stets sehr weit vorn liegt, gehen 2 besonders stark entwickelte ventrale innere Längsnerven ab, die durch Querkommissuren unter einander verbunden sind (Strickleiter-Nervensystem). Das einfache, im vorderen Körperabschnitte gelegene Gehirn der Rhabdocoeliden entsendet 2 ventrale Längsstämme und zahlreiche Nerven zur vorderen Körperpartie. Komplizierter ist die Situation bei den Acoelen. Hier gehen von zwei vorn gelegenen Ganglien 2 innere, 2 mittlere und 2 seitliche Längsstämme ab, die durch Queranastomosen verbunden sind. Vom Gehirne der Trematoden entspringen nach vorn und lateral kleine Nervenstämme, nach hinten 2 dorsale, 2 innere ventrale und 2 äufsere ventrale, die durch querverlaufende Äste mit einander anastomosieren; die Kommissuren sind bei den Digenea rückgebildet. Die Cestoden haben vorn ein Gehirn in Form einer Querkommissur, welche 2 seitliche Längsnerven verbindet;

Fig. 19.



Nervensystem von Mesostoma; schematisch. 1 = Saugnapf; 2 = Nervensystem.

diese Nerven ziehen durch den ganzen Körper. Aufserdem sind bei den Bandwürmern noch 8 Längsnerven vorhanden, welche im Scolex enden.

Sinnesorgane. Augen in Form von Pigmentbechern mit Retinazellen und Augennerv finden sich bei Polycladen, Tricladen und ectoparasitischen Trematoden, in Form von Pigmentflecken, die zuweilen einen lichtbrechenden Körper enthalten, bei Rhabdocoelen. Die Zahl der Sehorgane ist entweder gering (2 bis 4) oder sehr grofs; dann finden sich dieselben am ganzen Körper. Die endoparasitisch lebenden Platoden haben überhaupt keine Sinnesorgane.

Als Gehörsorgane, die nur den Acoelen und unter den Alloiocoelen den Monotiden zukommen, werden Otolithenbläschen gedeutet.

Als Geruchsorgane betrachtet man bei manchen Rhabdocoeliden zwei paarige, seitlich am Körper in der Nähe der Gehirnregion vorkommende Gruben, die mit Wimperepithel ausgekleidet und von einem besonderen Nerven versorgt sind.

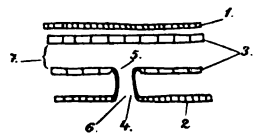
Als Tastorgan fungieren die äufsere Körperoberfläche und aufserdem die Tentakel und Rüssel vieler Gruppen.

Gastrovascularsystem. Die endoparasitische Lebensweise der Cestoden hat dieses Organsystem vollständig zum Schwinden gebracht; hier giebt es keinen besonderen Verdauungsapparat mehr, sondern es ist das ganze Körperparenchym, welches die Verdauung besorgt und zwar durch Endosmose. Bei allen übrigen Gruppen des Typus ist das System gut ausgebildet. Zwei Hauptteile sind an ihm zu unterscheiden: der ectodermale Pharyngealapparat (Schlund) und der entodermale Gastralapparat (Darm).

Bezüglich des Pharyngealapparates ist das Folgende anzuführen:

Der Mund, die äufsere Öffnung desselben, führt in den Pharynx oder Schlund, dessen innere Öffnung, die Darmpforte, die Verbindung mit dem Darme bewirkt. Das primitivste Verhalten zeigt der Pharynx simplex: einfaches gerades Schlundrohr, das Mund und

Fig. 20.

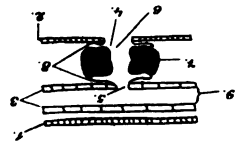


Pharynx simplex; schematisch (aus Lang).
1 = dorsales; 2 = ventrales Ectoderm; 3 = Darmepithel; 4 = Mund; 5 = Darmpforte; 6 = Schlundrohr; 7 = Darmlumen.

LANE LIBRARY

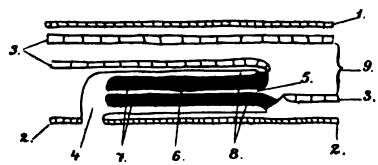
Darmpforte verbindet. Durch Auftreten besonderer Muskelgruppen wird die Komplikation und dadurch eine Einteilung in Schlundtasche (Pharyngealtasche) und Schlundkopf (Pharynx) herbeigeführt. Aus dem Pharynx simplex ist abzuleiten der Pharynx bulbosus. Der Pharynx, von kugeliger oder tonnenähnlicher Gestalt, gegen das Parenchym durch eine Muskelschicht scharf abgegrenzt, ragt nur wenig in die nicht sehr geräumige Pharyngealtasche hinein (bei fast allen Rhabdocoeliden, bei sämtlichen Trematoden). Aus dem Pharynx bulbosus entwickelt sich der Pharynx plicatus. Die Pharyngealtasche ist sehr weit, der Pharynx, ein breites Band, hängt als Ringfalte von der Wandung in dieselbe hinein. Er kann durch die Mundöffnung nach aufsen vorgestülpt werden. Bei manchen Polycladen und bei allen Tricladen wird der Pharynx durch Verlagerung des Mundes zu einem cylindrischen, muskulösen Rohre, das in die Schlundtasche hineinragt. Nur bei Polycladen liegt der Mund genau in der Mitte der ventralen Fläche, dann findet sich die Darmpforte direkt über ihm; bei Verlagerung des Mundes nach vorn rückt die Darmpforte nach hinten, und umgekehrt: bei Verlagerung des Mundes nach hinten rückt die Darmpforte nach vorn.

Fig. 21.



Pharynx bulbosus; schematisch (aus Lang).
1 = dorsales; 2 = ventrales Ectoderm; 3 = Darmepithel; 4 = Mund; 5 = Darmpforte; 6 = Schlundrohr; 7 = Pharynx; 8 = Pharyngealtaschen; 9 = Darmlumen.

Fig. 22.



Pharynx plicatus; schematisch (aus Lang).
1 = dorsales; 2 = ventrales Ectoderm; 3 = Darmepithel; 4 = Mund; 5 = Darmpforte; 6 = Schlundrohr; 7 = Pharynx; 8 = Pharyngealtaschen; 9 = Darmlumen.

Die zahlreichen Speicheldrüsen, die auf der Oberfläche des Pharynx münden, liegen beim Ph. bulbosus in ihm selber, beim Ph. plicatus im Parenchym um ihn herum.

Der Gastralapparat. Allen Platoden fehlt ein After, die Faeces werden daher durch den Mund entleert. Bei den

Polycladen sind der Hauptdarm und die Darmäste (Gastrokanäle) zu unterscheiden. Konform der Länge des Körpers ist die des Hauptdarmes. Die Darmäste ziehen im Parenchym bis gegen den Rand des Körpers hin. Bei den Tricladen finden wir einen medianen unpaaren Gastrokanal und zwei paarige, zu Seiten der Pharynx nach hinten verlaufende Kanäle. Aus allen Kanälen entspringen sich ramifizierende Aste. Der Gastralapparat der Rhabdocoeliden ist auf einen einfachen sack- oder röhrenförmigen, median verlaufenden Darm reduziert. Die Acoelen besitzen an Stelle des Darmes sternförmig verästelte Zellen, welche die durch den Mund zugeführte Nahrung aufnehmen.

Die Darmpforte der Trematoden öffnet sich in einen kurzen unpaaren Darmteil (Oesophagus), welcher sich gabelförmig in zwei nach hinten laufende Äste spaltet.

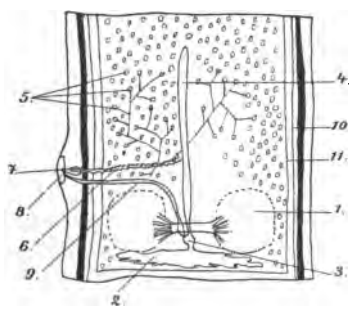
Exkretions- und Wassergefäßsystem. Dies System, das nur den Acoelen mangelt, besteht aus zahlreichen im Parenchym und zwischen den Muskeln verlaufenden, verzweigten kleinen Kanälen (Capillaren), welche in weite, in variabler Weise nach außen sich öffnende Kanäle einmünden. Die Capillaren stellen linear aneinander gereihte Zellreihen dar, die Zellen sind durchbohrt, das Lumen also intracellulär. Am Ende der Capillare liegt eine Zelle, welche das Lumen abschließt; diese Zelle trägt ein Büschel feiner, in das Lumen hineinragender Cilien, die sogen. Wimperflamme. Die weiten Kanäle sind mit Epithel ausgekleidet; hier ist also das Lumen intercellulär.

Die Anordnung der Kanäle ist bei den Polycladen nicht bekannt. Bei den Tricladen ist jederseits ein sich dorsalwärts mit zahlreichen Hautporen öffnender Hauptkanal vorhanden. Bei den Rhabdocoeliden finden wir entweder 2 seitliche Hauptgefäße, die getrennt auf der Bauchseite in verschiedenartiger Weise münden können, oder 2 Längsstämme, die sich zu einem am Hinterende des Körpers sich öffnenden gemeinsamen Gefäße vereinigen, oder endlich einen einfachen medianen Hauptstamm mit Ausmündung am hinteren Ende. Die Trematoden haben 2 Längsstämme, die entweder in gemeinsamer Endblase sich nach außen öffnen oder getrennt durch erweiterte Endstücke vorn und dorsal münden. Die Cestoden haben — dies ist der einfachste Fall — jederseits 2 durch den ganzen Körper gehende Längsstämme, die im

Scolex durch eine Schlinge sich vereinigen; alle 4 Stämme münden in der ältesten Proglottis durch eine kontraktile Blase. Bei den Botriocephaliden, Caryophylliden und Liguliden giebt es 10—24 vielfach anastomosierende Stämme. Die kontraktile Endblase, in der alle Stämme münden, findet sich nur in der ältesten Proglottis; hat sich diese abgestofsen, so mündet jeder Stamm für sich.

Fortpflanzungssystem. Die weiblichen Geschlechtsorgane erscheinen entweder als einfache Eierstöcke — dies scheint das primäre Verhalten zu sein — oder als Keimstöcke und Dotterstöcke (sekundäres Verhalten). In den Eierstöcken (Ovaria) werden die Eier und der zu denselben gehörige Nahrungsdotter gebildet, in den Keimstöcken dagegen nur die Eier, in den Dotterstöcken der Dotter. Die Polycladen haben Ovarien, die Tricladen 2 Keimstöcke im vorderen Körperabschnitte und zahlreiche Dotterstöcke. Bei den Rhabdocoeliden ist die Zahl der keimbereitenden Organe gering, die Gröfse derselben aber sehr beträchtlich. Die Acoelen, Microstomiden und Macrostomiden besitzen nur Ovarien, die anderen Rhabdocoelen und die Alloiocoelen Keim- und Dotterstöcke. Die Trematoden haben einen median gelegenen Keimstock und 2 seitlich gelegene Dotterstöcke; bei den Cestoden sind die Keimstöcke, 2 an der Zahl, sehr umfangreich und verästelt. Die Taenien haben einen kleinen Dotterstock, die übrigen deren zwei.

Fig. 23.



Proglottis von Taenia solium; nach Sommer.

1 = Ovarium; 2 = Dotterstock; 3 = Schalendrüse; 4 = Uterus; 5 = Hodenbläschen; 6 = Vas deferens; 7 = Cirrusbeutel; 8 = Kloake; 9 = Vagina; 10 = Nerv; 11 = Wassergefäfs.

Die männlichen Geschlechtsorgane (Hoden, Testis) liegen bei den Polycladen in grofser Zahl zwischen und unter den Darmästen; ähnliche Verhältnisse zeigen die Tricladen. Die Rhabdocoeliden besitzen entweder 2 Hoden oder zahlreiche

Hodenläppchen, die im Parenchym verstreut liegen; bei den Trematoden finden sich zwei rundliche oder gelappte Hoden, bei den Cestoden endlich sind zahlreiche Hodenbläschen im Parenchym vorhanden.

Die Ausführungswege der Geschlechtsorgane. Die Ausführungsgänge der Ovarien und Keimstöcke heifsen Oviducte oder Eileiter, Dotterstöcke, Dottergänge. Die zahlreichen Oviducte der Polycladen sammeln sich in gröfseren Röhren, Uterusröhren genannt; im weiblichen Begattungsapparate bilden sie ein unpaares Endstück, den Eiergang. Hier münden die Schalendrüsen, deren Sekret die Eischalen liefert. In die zwei Oviducte der Tricladen münden die Dottergänge; sie besitzen ferner einen Eiergang und eine Schalendrüse. Die Rhabdocoeliden, welche ebenfalls eine Schalendrüse besitzen, haben weibliche Geschlechtsorgane, die in den Begattungsapparat münden. Bei den Trematoden ist ein Oviduct, 2 Dottergänge und ein Eiergang vorhanden; das Anfangsstück des letzteren heifst Ootyp — in dieses mündet die Schalendrüse —, die übrige Partie wird Uterus genannt. Die Cestoden schliefsen sich eng an die Trematoden an.

Die männlichen Ausführungswege, in welche die Hodenläppchen die Samenflüssigkeit ergiefsen, heifsen Vasa deferentia; dies ist bei Tricladen und Polycladen der Fall. Unter den Rhabdocoeliden entbehren die Acoelen und Alloiocoelen der Ausführungsgänge; die Trematoden haben einen aus der Vereinigung von zwei Samenleitern entstehenden gemeinsamen Gang; die von den Hodenbläschen der Cestoden entspringenden Kanäle münden in ein gemeinsames Vas deferens.

Die männlichen Begattungsapparate werden in primitivster Form, bei den Rhabdocoeliden, durch eine Tasche repräsentiert, welche in das Parenchym sich hinein erstreckt und in welche die Vasa deferentia münden. Sehr kompliziert liegen die Verhältnisse bei den Turbellarien. Hier sind 4 Teile am Apparate zu unterscheiden: eine Penistasche oder Penisscheide, der Penis, die Samenblase und die Körnerdrüse. Einfach wiederum ist der Bau bei den Trematoden und Cestoden. In die cylindrische oder kolbenförmige Penisscheide, Cirrusbeutel genannt, mündet das sich zur Samenblase erweiternde Vas deferens. Der Penis heifst bei diesen beiden Gruppen Cirrus.

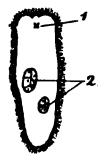
Als weiblicher Begattungsapparat findet sich meist eine Scheide, zu der noch ein birnförmiges Gebilde, das Receptaculum seminis, hinzukommt.

Die beiden Begattungsapparate münden entweder getrennt auf der Ventralseite des Körpers oder haben eine gemeinschaftliche äufsere Öffnung, das Atrium genitale. Bei den Cestoden ist entweder ein gemeinsamer äufserer Geschlechtsporus vorhanden oder die Geschlechtsöffnungen sind einander stark genähert. Bei Amphilina ist die Geschlechtsöffnung am hinteren Körperende gelegen, bei den übrigen Genera teils rand-, teils flächenständig.

Entwicklung. Bei den Turbellarien findet eine Vermehrung aufser durch Eier auch durch Querteilung statt, und zwar ist dies bei den Microstomiden der Fall. Die durch Teilung entstandenen Individuen bleiben oft noch lange in Zusammenhang und stellen so eine kettenförmige, freischwimmende Kolonie dar. Die Trematoden haben entweder direkte Entwicklung oder Metagenesis; die letztere sowie die Enwicklung der Cestoden beanspruchen ein besonderes Interesse.

Metagenesis der Trematoden. Am genauesten bekannt ist der Generationswechsel von Distoma hepaticum, dem Leberegel; das Folgende bezieht sich darauf. Die Eier dieses Wurmes kommen aus der Leber des Wirtes in dessen Darmkanal und werden von hier mit den Kotmassen nach aufsen entleert. Um sich entwickeln zu können, müssen sie in's Wasser gelangen. Hier bildet sich im Ei ein bewimperter Embryo (Generation 1), der die Eischale sprengt und dann frei umher schwimmt. Er hat Keulengestalt, am Vorderende findet sich ein Kopfzapfen, hinter demselben ein x-förmiger Pigmentfleck, der als Augenfleck bezeichnet wird, und unter letzterem ein Ganglion; eine Körnermasse wird als rudimentärer Darm, zwei Wimperzellen werden als Exkretionssystem gedeutet. Die Haut ist dicht bewimpert. Den Hauptinhalt des Körpers bilden Eizellen, die sich parthenogenetisch furchen. Jetzt mufs der bewimperte Embryo in die Lunge einer Wasserlungenschnecke (nach Leuckart meistens Limnaeus minutus) gelangen. In der

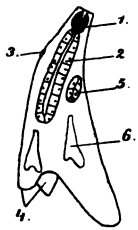
Fig. 24.



Bewimperter Embryo von Distoma hepaticum; schematisch.
1 = Augenfleck;
2 = gefurchte Eier.

Lunge der genannten Tiere verliert der Embryo die Wimpern, die vorhin aufgezählten Organe gehen zu Grunde und nur die gefurchten Eier bleiben erhalten. Auf diesem Stadium nennt man den Embryo Sporocyste. Die gefurchten Eier werden zu einer neuen Generation, die in ihrem ganzen Baue von dem Embryo verschieden ist. Die einzelnen Individuen derselben besitzen am Vorderende des Körpers eine Art Saugnapf, dahinter einen Schlundkopf, der in einen einfachen, blindsackförmigen Darm führt, ferner seitlich eine Öffnung, welche als Geburtsöffnung bezeichnet wird, und am Hinterende zwei stummelförmige Fortsätze. Zwischen Leibeswand und Darm liegen in grofser Zahl Keimzellen. Die so organisierten Individuen, welche Redien I. Ordnung (Generation 2) heifsen, verlassen die Sporocyste (diese geht zu Grunde) und wandern aus der Lunge des Wirtes in seine Leber. Hier beginnen die Keimzellen sich zu furchen, und es entwickeln sich parthenogenetisch Redien II. Ordnung (Generation 3), welche denen I. Ordnung im Bau völlig gleichend durch die Geburtsöffnung ausschlüpfen und neben denen I. Ordnung schmarotzen. Wiederum parthenogenetisch erzeugen diese eine neue Generation, die man Cercarien nennt (Generation 4), und die, von den Redien sich wesentlich unterscheidend, die Grundzüge des Distoma-Baues erkennen läfst. Von flacher Gestalt haben sie einen Mund- und einen Bauchsaugnapf, einen Schlundkopf, der in einen gabelförmigen Darm führt, zwei Ganglien über dem Pharynx, die durch eine querverlaufende Commissur verbunden sind, die Hauptstämme des Exkretionssystems und einen beweglichen Schwanz. Durch die Geburtsöffnung wandern die Cercarien aus dem Leibe

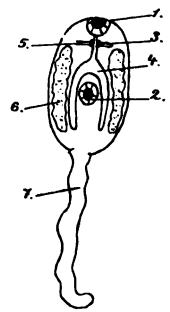
Fig. 25.



Redie I. Ordnung von Distoma hepaticum; schematisch.

1 = Pharynx;
2 = Darm;
3 = Geburtsöffnung;
4 = stummelförmige Fortsätze;
5 = gefurchtes Ei;
6 = junge Redien II. Ordnung.

Fig. 26.



Cercarie von Distoma hepaticum; schematisch.

1 = Mundsaugnapf;
2 = Bauchsaugnapf;
3 = Pharynx;
4 = Darm;
5 = Nervensystem;
6 = Cystendrüse;
7 = Schwanz.

der Redien II. Ordnung aus, verlassen den Wirt und schwimmen frei im Wasser umher. Kommen sie bei Überschwemmungen auf eine Wiese, so verlieren sie den Schwanz und kapseln sich ein. Das Material zur Kapselbildung liefern zwei grofse Drüsen, die seitlich von den Darmhälften gelegen sind. Im encystierten Zustande können die Tiere lange Zeit, auch bei Trockenheit, sich erhalten. Mit der Nahrung werden sie dann in den Magen eines Wirbeltieres übergeführt und entwickeln sich im Darme desselben zum Distoma. Bei manchen Formen wandert die Cercarie in einen zweiten Zwischenwirt ein, der gewöhnlich ein wirbelloses Tier ist, encystiert sich hier und kann erst in den definitiven Wirt gelangen, der stets ein Wirbeltier ist, wenn der zweite Zwischenwirt von letzterem verzehrt wird.

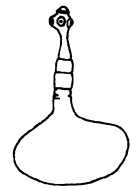
Cestodenentwicklung. In den jüngsten Proglottiden, also in denen, welche dicht am Scolex liegen, entwickeln sich die Geschlechtsorgane, in den mittleren findet die Befruchtung statt — wie in jüngster Zeit durch Pintner nachgewiesen wurde, kommt gelegentlich Selbstbefruchtung vor —, in den ältesten, welche kurz vor der Abstofsung stehen, sind alle Organe bis auf die Eier geschwunden. Die erste Entwicklung des befruchteten Bandwurmeis spielt sich im Uterus ab; das in der ausgestofsenen Proglottis vorhandene Ei enthält bereits den Embryo des Bandwurmes, der durch den Besitz von sechs chitinigen Haken ausgezeichnet ist und darum Sechshakenembryo genannt wird. Die abgestofsenen Proglottiden müssen, damit eine weitere Entwicklung statthaben kann, von Tieren mit der Nahrung aufgenommen werden. Nachdem der Magensaft des Zwischenwirtes die embryonalen Hüllen aufgelöst hat, dringt der Embryo entweder durch den Darm in die Gewebe oder er gelangt, wenn der Zwischenwirt ein Wirbeltier ist, mit dem Blutstrome in die verschiedensten Organe (Leber, Lunge, Gehirn, etc.). Hier entwickelt er sich zur Finne, welche auch Blasenwurm heifst. Man unterscheidet drei Formen der Blasenwürmer (Cystica). Die einfachste wird durch das sogenannte Cysticercus-Stadium repräsentiert. Die Finne ist hier eine mit Flüssigkeit gefüllte Blase, an deren Wand durch Knospung der Scolex des Bandwurmes entsteht. Der-

Fig. 27.

Geschlechtsreife Proglottis von Taenia solium.

selbe stellt eine Einstülpung dar und zeigt eine umgekehrte Anordnung in seiner Organisation, so dafs also die Saugnäpfe und das Rostellum nach innen am Scolex liegen; später erst tritt die Ausstülpung ein, die Blase hängt nunmehr am Hinterende des Scolex und heifst jetzt Schwanzblase. Im Scolex der Finne finden sich zahlreiche Kalkkörper, deren Existenz den jungen Bandwurm vor der Verdauung im Magensafte des definitiven Wirtes schützt. Damit nämlich die Finne zum Bandwurme wird, mufs sie in den Verdauungskanal eines neuen Wirtes gelangen, welcher stets ein Wirbeltier ist. Hier werden im Magen Blase und Kalkkörper aufgelöst, der Scolex gelangt in den Dünndarm, heftet sich hier fest und bringt nun neue Proglottiden hervor. Ist der Blasenhohlraum der Finne nur klein, so spricht man von einem Cysticercoïd, fehlt der Hohlraum ganz, so heifst die Finne Plerocercus.

Fig. 28.



Cysticercus cellulosae mit ausgestülptem Kopfe; nach Leuckart.

Abweichend vom Cysticercus verhält sich die als Coenurus bezeichnete Form der Finne. Hier bildet sich nämlich durch Knospung nicht ein Scolex, sondern eine gröfsere Zahl von Bandwurmköpfchen an einfacher Blasenwand.

Echinococcus wird eine Finnenform genannt, bei welcher aus der Wand der grofsen Blase kleinere Blasen (Tochterblasen) hervorsprossen, in deren jeder ein Scolex entsteht. Es finden sich also viele Köpfchen, aber jedes einzelne hat, im Unterschiede von der Coenurusform, seine eigene Blase.

Unfruchtbare Blasen heifsen Acephalocysten. Dieselben sind Echinococcus-, nicht Cysticercus- oder Coenurusblasen, an deren Wand keine Bandwurmköpfe sprossen. Zuweilen erreichen dieselben Hühnereigröfse; es finden sich dann in ihrem Innern kleine Blasen (Tochterblasen), die frei in der Flüssigkeit flottieren und ebenfalls, wie die Mutterblasen, steril sind.

Bei denjenigen Bandwürmern, welche ein Cysticercusstadium durchlaufen, handelt es sich um eine einfache Metamorphose. Bei denen dagegen, deren Finne ein Coenurus oder Echinococcus ist, wird die Metamorphose durch das Dazwischentreten einer ungeschlechtlichen Fort-

pflanzung kompliziert; denn die bei den letztgenannten Formen auftretende Neubildung von Bandwurmköpfen ist in dieser Weise zu deuten.

Die Cestoden weichen von den übrigen Platoden durch ihre äufsere Gliederung ab. Die Proglottiden sind keine Metameren, sondern das Resultat einer Strobilation, d. h. einer Knospung in axialer Richtung.

Phylogenie. Der Plathelminthenkörper ist von dem der Cnidarier abzuleiten; im Einzelnen ist aber der Nachweis der Zusammengehörigkeit beider Typen sehr schwierig und noch aufserordentlich unsicher.

IV. Typus. **Vermes, Würmer.**

Bilateral-symmetrische Tiere mit Afteröffnung und Blutgefäfssystem; eine Leibeshöhle ist entweder vorhanden oder fehlt; die Exkretionsorgane (Nephridia) leiten oft die Geschlechtsprodukte.

System.

I. Klasse. Nemertini (Rhynchocoela), Schnurwürmer.

Der äufserlich ungegliederte Körper ist bewimpert, langgestreckt, bandartig in dorsoventraler Richtung abgeplattet; die Leibeshöhle ist undeutlich; der Darm gerade, die Afteröffnung am hinteren Ende; vor dem Munde die Öffnung eines Rüsselapparates; geschlossenes Blutgefäfssystem; getrennte Geschlechter; vorwiegend Meerestiere.

1. Ordnung. Palaeonemertini; Kopf ohne Seitenfurchen; Rüssel nicht mit Stacheln; Mund hinter dem Gehirne.

Cephalotrix; Polia, etc.

2. Ordnung. Schizonemertini; am Kopfe jederseits eine tiefe Längsfurche; von dem Grunde derselben je ein bewimperter Kanal zum Gehirn; Rüssel ohne Stachel; Mund hinter dem Gehirne.

Cerebratulus; Lineus, etc.

3. Ordnung. Hoplonemertini; keine Längsfurchen am Kopfe; Rüssel hat einen oder mehrere Stacheln; Mund meist vor dem Gehirne.

Drepanophorus; Nemertes, etc.

4. Ordnung. Malacobdellini; Kopf ohne Furchen, Rüssel unbewaffnet; am hinteren Körperende eine Saugscheibe.

Malacobdella (in der Kiemenhöhle von Meeresmuscheln: Cyprina, Mya etc.).

II. Klasse. Nemathelminthes, Rundwürmer.

Cylindrische, spindel- oder fadenförmige Würmer; keine Metamerie; am Vorderende des Körpers sind meistens Papillen oder Haken vorhanden; Leibeshöhle gewöhnlich geräumig; kein Blutgefäfs- und kein Exkretionssystem; Geschlechter in der Regel getrennt. Diese Klasse enthält zahlreiche nationalökonomisch und medizinisch sehr wichtige Parasiten.

1. Ordnung. Nematodes, Fadenwürmer.

Am Vorderende kein einstülpbarer Rüssel; Darmkanal vorhanden

1. Fam. Enoplidae; kein Schlundkopf; mit Augen.

2. Fam. Anguillulidae; kleine Tiere, teils frei lebend, teils parasitisch; keine Augen; doppelter Schlundkopf.

Tylenchus scandens, Weizenälchen; schmarotzt in Weizenkörnern, die dadurch krank werden (Radigkeit oder Gicht der Weizenkörner). Tylenchus dipsaci, Roggenälchen; schmarotzt unter anderen auch auf Roggen, Hafer, Buchweizen und ruft dadurch die „Stockkrankheit" hervor.

Heterodera Schachtii; lebt als Larve in den Wurzelfasern der Zuckerrübe und erzeugt eine Krankheit derselben, infolge deren die Pflanzen verkrüppeln. Die Erkrankung der Rüben wurde früher als „Rübenmüdigkeit des Bodens" aufgefafst.

Rhabditis nigrovenosa; lebt in feuchter, schlammiger Erde. Das Weibchen entwickelt nur wenige Junge (im Sommer meist 4, im Winter 1), die nach Durchbrechen des Fruchthalters in den Leib der Mutter treten, die Eingeweide zerstören, so dafs der Leib schliefslich nur ein Brutschlauch ist. Aus demselben kriechen sie aus, bekommen einen pfriemenförmigen Schwanz, wandern in die Lungen von Fröschen (Rana fusca) ein und werden hier zu geschlechtsreifen, hermaphroditischen Tieren (Ascaris nigrovenosa); dieselben haben drei Mundpapillen und eine kleine, fast kugelige Mundhöhle. Aus den befruchteten Eiern dieser Tiere entsteht wieder die getrennt geschlechtliche Generation (Heterogonie).

Anguillula aceti, Essigälchen, in gährendem Essig und im Kleister.

3. Fam. Mermithidae; die Jungen parasitisch in der Leibeshöhle von Insekten, geschlechtsreif in feuchter Erde.

4. Fam. Filariidae; Mund meist ohne Lippen oder mit 2—4 seitlichen Lippen; Geschlechtsöffnung des Weibchens vor der Mitte des Körpers.

Filaria medinensis, Medinawurm, Guineawurm. Das Männchen ist noch unbekannt; das Weibchen 0,5 bis 1,7 mm dick, bis 80 cm lang; beim geschlechtsreifen Tiere ist der Fruchthalter mit Millionen von Embryonen angefüllt, die einen Pfriemenschwanz haben. In den Tropenländern der alten Welt, besonders der Goldküste; lebt im Unterhautgewebe des Menschen und ruft hier Geschwürsbildung hervor.

5. Fam. Trichotrachelidae; langgestreckter Körper; Mund klein, ohne Papillen.

Trichocephalus dispar, Peitschenwurm. Fehlt nur im hohen Norden; lebt im Coecum des Menschen, mit dem Vorderleibe in die Schleimhaut eingegraben.

Trichina spiralis, Trichine. Männchen 1,5 mm lang, Weibchen 3—3,5 mm lang; Hinterleibsende des Weibchens abgerundet, das des Männchens mit 2 kegelförmigen, rechts und links von der Kloakenöffnung stehenden Zapfen; gebärt lebendige Junge. Die geschlechtsreifen Tiere (Darmtrichine) leben im Dünndarme des Menschen, des Schweins, Wildschweins, Ratte, Maus, etc. Ein Weibchen kann 1500—1800 Junge gebären. Die Jungen bohren sich durch die Darmwand hindurch, gelangen in die Leibeshöhle oder in die Blut- und Lymphgefäfse, und dringen durch das Bindegewebe in die Muskeln. Praedilectionsstellen sind Diaphragma, Intercostalmuskeln, Hals- und Kehlkopfmuskeln und die Zunge. Hier ruft die Trichine (Muskeltrichine) einen Entzündungsprozefs hervor, dessen Resultat die Bildung einer verkalkten Kapsel ist, in der die Trichine spiralig aufgerollt liegt (eingekapselte Trichine). Die Erhaltung der Art ist durch die Ratte gesichert. Die Ratten fressen häufig die eigenen Artgenossen und so werden die Trichinen erhalten. Das Schwein frifst Ratten, dadurch gelangt die Trichine in das Muskelfleisch desselben; durch Genufs solchen Fleisches wird die Infektion bei Menschen hervorgerufen.

6. Fam. Strongylidae; Mund von gröfseren oder kleineren Papillen umgeben; Geschlechtsöffnung des Weibchens meist hinter der Mitte.

Eustrongylus gigas, Pallisadenwurm; das Männchen 13—40 cm lang, 4 mm dick; das Weibchen 31 bis 100 cm lang, 12 mm dick; im Leben von rötlicher Farbe. Lebt im Nierenbecken des Hundes und anderer Säugetiere.

Dochmius duodenalis; Körper walzenförmig, kräftige mit Zähnen bewaffnete Mundkapsel; Weibchen bis 2 cm, Männchen halb so lang. Lebt im Dünndarme des Menschen in Italien, der Schweiz, Ägypten und Brasilien, findet sich vorzugsweise bei Bergwerks-, Gruben- und Tunnelarbeitern und ruft die sogenannte Bergwerkeranämie hervor. Die Infektion erfolgt wahrscheinlich durch den Genufs schlechten Trinkwassers.

7. Fam. Ascaridae; Körper gedrungen; Mund mit drei Lippen, die eine davon ist rückenständig, die anderen stehen rechts und links.

Ascaris lumbricoïdes, gemeiner Spulwurm; Männchen bis 25 cm lang, 3,2 mm dick, Weibchen bis 40 cm lang, 5,5 mm dick. Lebt im Dünndarme des Menschen; Infektionsweg noch unbekannt.

Ascaris megalocephala; Pferdespulwurm.

Oxyuris vermicularis, Madenwurm, Springwurm; Weibchen 1 cm, Männchen halb so lang. Im Dickdarme des Menschen, besonders der Kinder.

8. Fam. Gordiidae; fadenförmiger Körper; Mund beim erwachsenen Tiere geschlossen; Darm zum Teil degeneriert.

2. Ordnung. Acanthocephali, Kratzer.

Ohne Mund; ohne Darm; am Vorderende ein vorstülpbarer Rüssel; leben parasitisch.

Echinorhynchus gigas; Weibchen bis 50 cm lang; lebt im Dünndarme des Schweines.

Echinorhynchus hominis; Rüssel kugelig, mit 12 Querreihen von je 8 Haken. Wurde nur einmal im Dünndarme eines Knaben in Prag beobachtet.

III. Klasse. Annulata (Annelida), Ringelwürmer.

Cylindrische oder in dorsoventraler Richtung abgeplattete Würmer. Körper besteht aus Metameren (Segmenten), die in der inneren Organisation und äufseren Form sich ausdrücken; Leibeshöhle entweder gut entwickelt oder fehlend; centrales Nervensystem besteht aus Gehirn, Schlundring und gegliedertem Bauchmark; Blutgefäfssystem meist gut ausgebildet, selten

fehlend; Erkretionssystem besteht aus paarigen Segmentalorganen (Nephridien), die häufig die Leitungswege für die Geschlechtsprodukte sind.

1. Ordnung. Hirudinei (Discophori), Blutegel.

Metamerie innerlich deutlich ausgeprägt; einem Metamer entsprechen mehrere äufserlich sichtbare Ringe; ein Mundsaugnapf, und unter dem After ein Bauchsaugnapf; keine Borsten; Leibeshöhle reduziert; Nephridien heifsen Schleifenkanäle; Hermaphroditen; leben parasitär oder als Räuber im Meere, süfsem Wasser und auf dem Lande.

1. Unterordnung. Rhynchobdellidae, Rüsselegel.

Mit Augen; Schlund ohne Kiefer, dafür ein vorstülpbarer Rüssel.

Clepsine; Pontobdella, auf Selachiern; Piscicola, auf Fischen in der Ostsee und im süfsen Wasser, etc.

2. Unterordnung. Gnathobdellidae, Kieferegel.

Pharynx besitzt 3 längsgestellte, bezahnte Kieferplatten oder 3 Längsfalten.

Hirudo medicinalis, gemeiner Blutegel. Grundfarbe schmutzig gelbbraun, bald mehr grau, bald mehr ins Grüne spielend; an den Seiten ein hellbrauner, schwarz gesäumter Streifen; auf dem Rücken 4—6 rote, schwarz getüpfelte Längsbinden; Kiefer mit 80—90 Zähnen. Der deutsche Blutegel (H. medicinalis) mit 6 rostroten Längsbinden; Bauch schwarz oder schwarz gefleckt. Der ungarische Blutegel (H. officinalis), 4 rote Längsbinden auf dem Rücken, Bauch olivgrün, ungefleckt.

Haemopis vorax, echter Pferdeegel; Rücken olivgrün oder bräunlich; 6 Längsreihen schwarzer Flecken; Bauch schiefergrau; Rand gelb.

Aulastomum gulo, unechter Pferdeegel; dunkelbraun bis hellbraun; dunkle Flecken auf Rücken und Seiten; 5 Paar Augen.

2. Ordnung. Chaetopoda, Borstenwürmer.

Innere und äufsere Metamerie einander entsprechend; paarige Borstengruppen in Hautgruben oder in ungegliederten Stummelbeinen sitzend.

1. Unterordnung. Oligochaeta.

Wenig zahlreiche Borsten, in Borstengruben sitzend; keine äufseren Anhänge; Kopf nicht deutlich abgesetzt; Herma-

phroditen; direkte Entwicklung; im süfsen Wasser oder in der Erde.

Naïs; Chaetogaster; Limnodrilus; Criodrilus; Lumbriculus; Lumbricus terrestris (L. agricola), gemeiner Regenwurm, etc.

Zwischen die Oligochaeten und die Polychaeten ist die Gruppe der Archiannelida einzureihen, deren Stellung im System zweifelhaft ist. Sie haben keine Stummelbeine, keine Borsten; die Gliederung des Körpers äufserlich kaum erkennbar; das Bauchmark ohne gesonderte Ganglien. Polygordius; Protodrilus; Ctenodrilus.

2. Unterordnung. Polychaeta.

Zahlreiche Borsten auf Fufsstummeln sitzend (Parapodien); Kopf meist deutlich abgesetzt; am Kopfe Fühler und Fühlercirren; am Rumpfe Cirren, Kiemen etc. auf Parapodien stehend; meist getrennt geschlechtlich; indirekte Entwicklung (Metamorphose); leben im Meere.

A. Sedentaria (Capitibranchiata), Röhrenwürmer.

Kopf oft nur undeutlich abgesetzt; Augen meist fehlend; Pharynx nicht vorstülpbar; keine Kiefer; Parapodien schwach entwickelt; Kiemen meist vorhanden und dann auf die vorderen Segmente oder auf den Kopf beschränkt; leben in verschiedenen Wohnröhren; ernähren sich von pflanzlichen Stoffen.

Chaetopterus; Serpula; Spirographis; Sternaspis, etc.

B. Errantia (Dorsibranchiata, Rapacia), Raubanneliden.

Kopf deutlich abgesetzt; meist Augen vorhanden; Rüssel vorstülpbar, häufig mit Kiefern versehen; Parapodien wohl entwickelt; Kiemen gewöhnlich auf den dorsalen Parapodien stehend; schwimmen frei umher oder kriechen.

Aphrodite; Diopatra; Staurocephalus; Nereïs; Tomopteris, etc.

3. Unterordnung. Echiuridae.

Schlauchförmiger, undeutlich gegliederter Körper; keine Parapodien; keine Cirren; keine Kiemen; getrennt geschlechtlich; Entwicklung mit Metamorphose.

Echiurus; Bonellia, etc.

3. Ordnung. Myzostomidae.

Körper äufserlich ungegliedert; 2 ventrale Längsreihen von 5 Paar Parapodien; Darm mit verzweigten Seitenästen; Leibes-

höhle reduciert; keine Gefäfse; keine Atmungsorgane; keine Exkretionsorgane; Nervensystem aus Schlundring und zu ventraler Ganglienmasse verschmolzenem Bauchmarke bestehend; Hermaphroditen; parasitär auf Crinoiden.

Myzostoma.

IV. Klasse. Prosopygii.

Zu den Prosopygiern gehören die sogenannten Gephyreen (Sternwürmer) und die sogenannten Molluscoïdeen.

Würmer mit nacktem oder beschaltem Körper; um den Mund herum ein Kranz von Tentakeln; keine Parapodien; keine oder undeutliche Segmentirung; meist getrennte Geschlechter, nur Phoronis hermaphroditisch.

1. Ordnung. Sipunculacea.

Körper ist schlauchförmig, nackt; einstülpbarer Rüssel; Segmentierung undeutlich.

1. Unterordnung. Sipunculidae.

After auf dem Rücken nach vorn bis an die Wurzel des Rüssels gerückt; Mund mit Tentakeln; zwei typische Nephridien.

Sipunculus; Phascolosoma, etc.

2. Unterordnung. Priapulidae.

After dorsal am Hinterrande; keine Tentakel; keine Nephridien.

Priapulus, etc.

2. Ordnung. Phoronidea.

Wurmförmiger Körper in festsitzender Chitinröhre; zahlreiche Tentakel auf hufeisenförmiger Grundlage; After dorsalwärts neben dem Munde; 2 Nephridien, die vorn ausmünden; Zwitter.

Einzige Gattung: Phoronis.

3. Ordnung. Bryozoa, Moostierchen.

Kleine, fast ausnahmslos festsitzende Tierchen, die meist durch Knospung entstandene Stöcke darstellen; After dorsalwärts, in der Nähe des Mundes; zahlreiche Tentakel auf hufeisenförmigem Träger (Lophophor) um den Mund; der Körper wird von einem kalkigen Gehäuse, der sog. Zelle, umgeben.

1. Unterordnung. Pterobranchia.

An Stelle des Tentakelträgers jederseits ein langer, armartiger und dorsalgerichteter Fortsatz, der auf seinem Rande die Tentakeln in zwei Reihen trägt; Leibeshöhle wenig entwickelt; stockbildend.

Rhabdopleura.

2. *Unterordnung.* Ectoprocta.

Afteröffnung aufserhalb des Lophophor; Vorderkörper nackt; Hinterkörper beschalt; Tentakelscheide.

A. Phylactolaemata. Lophophor hufeisenförmig; im süfsen Wasser.

Cristatella; Fredericella, etc.

B. Gymnolaemata. Lophophor kreisförmig.

Paludicella (im süfsen Wasser); Bugula (im Meere), etc.

3. Unterordnung. Entoprocta.

Afteröffnung innerhalb des Lophophor; keine Tentakelscheide; Leibeshöhle reduziert.

Pedicellina (stockbildend); Loxosoma (einzellebend).

4. Ordnung. Brachiopoda, Armfüfser.

Dorsale und ventrale Leibeswand bilden eine Duplikatur, daher ist der Körper von einem dorsalen und ventralen Mantellappen umhüllt; diese sondern zwei Schalen ab; die dorsale derselben flacher als die ventrale; Mundarme spiralig aufgerollt, oft durch ein kalkiges Gerüst der dorsalen Klappe gestützt; Hinterende häufig in festsitzenden Stiel verlängert, der entweder zwischen den Schalenklappen oder durch ein Loch der ventralen Klappe heraustritt. Die meisten Gattungen fossil; die lebenden ausschliefslich im Meere.

1. Unterordnung. Testicardines.

Schalenklappen mit Schlofs; kein After.

Terebratula; Waldheimia, etc.

2. Unterordnung. Ecardines.

Kein Schlofs, mit After.

Lingula, etc.

V. Klasse. Rotatoria (Rotifera), Rädertiere.

Mikroskopisch kleine Tiere; keine innere Gliederung; Vorderende mit einziehbarem Wimperapparate (Räderorgan); Hinterende in einen Fufs verlängert; keine Blutgefäfse; Darm, Leibeshöhle, ein Paar Nephridien vorhanden; getrennt geschlechtlich; im Meere und im süfsen Wasser.

In festsitzenden Röhren (Tubicolariae): Flosculatia, etc. Frei lebend: Rotifer, etc.

In die Nähe der Rotatorien die Gastrotricha; Körper klein, flaschenförmig; Bauchfläche bewimpert; Hinterende in zwei Spitzen ausgehend; Hermaphroditen. Ichthydium.

Ferner gehören hierher die Echinoderidae; sehr kleine Tiere; gestreckt cylindrisch; geringelt; ohne Wimpern. Echinoderes.

VI. Klasse. Chaetognatha, Pfeilwürmer.

Körper cylindrisch; Kopf, Rumpf, Schwanz unterscheidbar; wagerechte Schwanzflosse und meist ebensolche Seitenflossen; zu beiden Seiten des Mundes eine Gruppe von Hakenborsten (Kiefer); Hermaphroditen; Meerestiere. Sagitta, etc.

Die äufsere, ungemein variable Form des Körpers der Würmer ist beim System besprochen.

Hautsystem; Bewegungsorgane. Wo die Wimpern fehlen, ist eine Cuticula vorhanden, die von den Epidermiszellen (hier Hypodermis genannt) abgesondert wird. In der Haut kommen vielfach einzellige Drüsen vor. Bei Bryozoën und Rotatorien ist keine zellige Hypodermis, sondern nur eine kernhaltige Matrix vorhanden. Die Gehäuse derselben sind Cuticularbildungen. In der Cuticula finden sich bei anderen Würmern Poren; es stehen in ihr Borsten oder Schuppen meist von chitinöser Beschaffenheit.

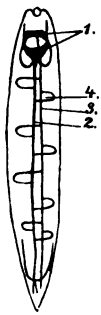
Unter der Haut liegt der Hautmuskelschlauch, der im allgemeinen aus einer äufseren Ringfaserschicht und aus einer inneren Längsfaserschicht besteht, zu denen bei den Anneliden und bei Sipunculus eine Diagonalfaserschicht hinzukommt. Bei den Süfswasserbryozoën finden sich aufser Längs- und Ringfasern Muskelfasern, welche die Leibeshöhle durchsetzen und zur Einstülpung der vorderen Körperteile dienen. Den Rotatorien fehlt ein Hautmuskelschlauch, dafür finden sich frei durch die Leibeshöhle ziehende Bänder oft quergestreifter Muskeln.

Nervensystem und Sinnesorgane. Das Centralnervensystem der Nemertinen besteht aus dem Gehirne (vor und über der Speiseröhre gelegen) und zwei davon entspringenden Längsnerven, die in den Seiten, der Ventralfläche genähert, verlaufen. Die Nerven sind durch Querkommissuren verbunden; das Gehirn wird von zwei durch eine Kommissur vereinigten Ganglien gebildet und besitzt jederseits einen Lappen, der zu den Seitenspalten in Beziehung steht.

Die Nematoden haben einen Schlundring, von dem ein dorsaler und ein ventraler Längsstamm ausgehen, die unter

einander durch Querkommissuren verbunden sind. Vom Gehirne entspringen zahlreiche Nerven zum Kopfe.

Fig. 29.



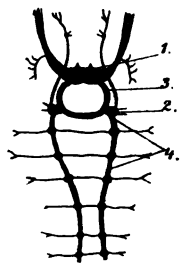
Schema des Nervensystems der Nematoden; (nach Bütschli).

1 = Schlundring;
2 = ventraler Längsstamm;
3 = dorsaler Längsstamm;
4 = Kommissuren.

Bei den Acanthocephalen liegt im Grunde der Rüsselscheide ein Ganglion, das nach vorn mehrere Nerven und nach hinten zwei laterale Längsnerven bis zum Hinterende des Körpers entsendet.

Am ausgebildetsten ist das Nervensystem der Anneliden. Es wird von einem Schlund-

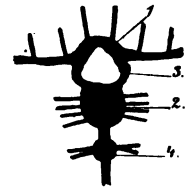
Fig. 30.



Schema des Nervensystems von Serpula.

1 = Gehirnganglion;
2 = unteres Schlundganglion:
3 = Schlundkommissur;
4 = Bauchmark.

Fig. 31.



Schema eines Teiles des Centralnervensystems von Hirudo medicinalis; (nach Hermann).

1 = Gehirn;
2 = unteres Schlundganglion (erstes Bauchganglion);
3 = Schlundkommissur;
4 = zweites Bauchganglion.

ringe (oberes und unteres Schlundganglion) und einem davon ausgehenden Bauchmarke gebildet. Letzteres besteht aus einer Reihe durch Längs- und Querkommissuren verbundener Doppelganglien, der sogenannten Bauchganglienkette. Mit den oberen Schlundganglien stehen unpaare oder paarige Knötchen in Verbindung, von denen ein verschieden ausgedehntes Nervengeflecht sich auf den Schlund erstreckt; dieses Geflecht wird als sympathisches Nervensystem gedeutet.

Sinnesorgane. Die Gehörbläschen stellen eine häutige Blase vor, deren Wand innen mit Zellen belegt ist, und die einen Gehörstein (Otolith) einschließt.

Organe des Gesichtssinnes, Augen, sind bei fast allen frei lebenden Würmern vorhanden; sie erreichen ihre höchste Ausbildung bei den Errantia. Bei den letzteren besteht das

Auge aus einer häutigen Kapsel, deren vordere Wand durchsichtig ist (Pellucida, Cornea), sie schliefst eine Linse, einen Glaskörper und eine lichtperzipierende Membran ein. Die letztere, Retina genannt, wird von Zellen gebildet, welche die dem Lichte zugekehrten sogenannten Stäbchen absondert, Pigment enthält und nach unten mit einem häufig zu einem Ganglion angeschwollenen Nerven (Nervus opticus, Ganglion opticum) in Verbindung steht.

Wimperorgane, die sich vorn am Körper in grubenförmigen Vertiefungen finden, werden als Geruchsorgane, becherförmige Gebilde als Geschmacksorgane gedeutet. Bei den Chaetopoden finden sich retraktile Sinnesorgane, die sogenannten Seitenorgane, welche in vielen Beziehungen den Becherorganen der Vertebraten gleichen.

Ernährungssystem. Die Acanthocephalen haben keinen Darmkanal; bei diesen Parasiten saugt das Körperparenchym die vom Wirte gelieferten Nährstoffe auf. Bei allen anderen Würmern ist ein Verdauungstrakt vorhanden, doch zeigt derselbe in seinem Bau aufserordentlich grofse Differenzen.

Bei den Nemertinen ist der Darmkanal meist gerade (ausgenommen ist Malacobdella) und ist eng mit dem Körperparenchym verbunden; die Afteröffnung findet sich am Hinterende, die Mundöffnung dicht hinter dem Vorderende. Der ausstülpbare Rüssel, der über oder neben dem Darmkanale gelegen ist, hat an seinem freien Ende ein kalkiges Stilett. Dieses sitzt auf einer Giftdrüse auf und kann durch den Rüsselmuskel in die Rüsselscheide zurückgezogen werden.

Die Mundöffnung der Hirudineen findet sich am Grunde des Mundsaugnapfes. Die meisten Arten haben hornige Kiefer, welche infolge ihrer Gestalt bei Hirudo die bekannte dreistrahlige Wunde (Blutegelstich) hervorrufen.

Der Darmkanal der Nematoden geht von der am Vorderende befindlichen Mundöffnung in gerader Richtung zur Afteröffnung am Hinterende des Körpers. Meistens findet sich hinter dem Munde ein Pharynx, der aus drei longitudinalen Muskelbändern und einer kolbigen Anschwellung, dem Schlundkopfe, besteht. Der stets gleichweite Darm geht in einen durch einen Schliefsmuskel verschliefsbaren Enddarm (Mastdarm) über.

Bei den Sipunculiden steigt der Darm in einer Schlinge nach aufwärts und endet vorn am Rücken. Ähnliches

Verhalten zeigt der Darm der Bryozoën, der aus Munddarm, Magendarm und Afterdarm bestehend schlingenförmig in die Leibeshöhle hineinragt. Die Männchen der Rotatorien haben keinen Darmkanal.

Der Darmkanal der Chaetopoden zeigt ein je nach der Lebensweise verschiedenes Verhalten. Die Errantia haben Kiefer und einen mit Chitinspitzen ausgestatteten Schlund; die pflanzenfressenden Chaetopoden entbehren dieser Gebilde. Bei den Regenwürmern und den Naïden finden sich lippenartige Wülste, die durch Verlängerung des ersten Körpersegmentes entstehen. Der Darmtraktus von Lumbricus agricola hat die am meisten spezialisierte Ausbildung; er besteht aus Mundhöhle, Schlundkopf, Oesophagus, Kropf, Muskelmagen und Darm. In die Speiseröhre münden Drüsen, welche Kalkkörper absondern, die zur Zerkleinerung der Nahrung dienen.

Besondere Verdauungsdrüsen fehlen meistens; nur bei den Rotatorien finden sich am oberen Teile des Darmkanales Drüsen, welche man als Speicheldrüsen betrachtet.

Cirkulations- und Atmungssystem. Bei den Nematoden, Bryozoën und Rotatorien ist ein Gefäßsystem nicht differenziert; bei den Acanthocephalen sind Lacunen vorhanden. In der Leibeshöhle der Nemertinen findet sich eine Blutflüssigkeit; außerdem ist ein gut ausgeprägtes Gefäßsystem da. Dasselbe hat 3 Hauptstämme: 1 Rückengefäß und 2 Seitengefäße, die sich am Hinterende mit einander vereinigen. Das Gefäßsystem der Anneliden ist entweder von der Leibeshöhle abgeschlossen oder steht mit derselben in Kommunikation (Hirudineen); in der Leibeshöhle selber findet sich allenthalben eine blutähnliche oder chylusartige Flüssigkeit. Als centrale Teile des Gefäßsystems sind mehrere Längsstämme zu betrachten, die entweder durch Quergefäße mit einander kommunizieren oder direkt in einander übergehen. Teils pulsieren alle Gefäße oder nur besondere erweiterte Abteilungen der Hauptstämme; diese Erweiterungen kann man mit Herzen vergleichen. Die Blutflüssigkeit ist, wie auch bei den Nemertinen, meist gefärbt (rot, grün, blau, violett, etc.), die Blutkörperchen stets farblos. Bei den Hirudineen ist die Leibeshöhle auf 2 oder 3 gefäßartige, längsverlaufende Gebilde reduziert, auf die sogenannten Seitengefäße und das Bauchgefäß. Bei den Chaetopoden sind keine Seitengefäße

vorhanden, sondern eine Leibeshöhle, gegen welche das eigentliche Cirkulationssystem, wie bereits bemerkt, abgeschlossen ist.

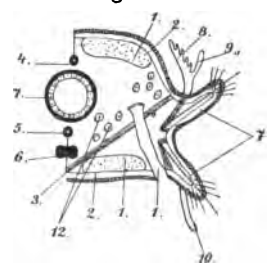
Wirkliche Respirationsorgane sind nur die äufseren Kiemen der Polychaeten, die in Gestalt von Fäden, Läppchen, Bäumchen, etc. an sehr verschiedenen Teilen des Körpers sich finden (cfr. System). Bei den übrigen Gruppen haben das Körperparenchym und die häufig mit Flimmerepithel ausgekleidete Leibeshöhle respiratorische Funktion.

Die Leibeshöhle. Von einer Leibeshöhle (Coelom) ist bei den Nemertinen nichts vorhanden, zwischen Darmkanal und Hautmuskelschlauch findet sich ein gallertiges Gewebe, in welches die Organe eingebettet sind; dieses Gewebe ist als gleichwertig dem Parenchym der Platoden und dem Gallertgewebe der Cnidarier zu betrachten. Die Nemathelminthes haben eine geräumige Leibeshöhle, in der die Organe liegen. Ein das Coelom überziehendes Endothel fehlt. Bei den Gordiiden haben die jungen Tiere keine Leibeshöhle, sondern an deren Statt eine Zellmasse, welche allmählich schwindet, so dafs bei den geschlechtsreifen Individuen ein Coelom vorhanden ist. Dasselbe ist mit einem Endothel ausgekleidet und wird dadurch, dafs dieses in der Medianebene eine den Darm umfassende Scheidewand (Mesenterium) bildet, in 3 Kammern — zwei seitliche und eine mediane ventrale — geteilt. Der Leibeshöhle der Hirudineen ist oben schon kurz gedacht worden. Dafs jene Seitengefäfse und das Bauchgefäfs wirklich als Coelom zu betrachten sind, geht daraus hervor, dafs in die Seitengefäfse die Schleifenorgane münden und dafs das Centralnervensystem oder, wie bei Piscicola und Clepsine, ein Teil des Darmkanales im Bauchgefäfse liegt. Die stets deutliche Leibeshöhle der Chaetopoden zeigt folgende Gliederung: Durch ein dorsales Mesenterium, welches den Darm mit der dorsalen, und durch ein ventrales, welches ihn mit der ventralen Coelomwand verbindet, entstehen zwei seitliche Kammern. Durch quere Muskelzüge (Septa oder Dissepimenta) wird eine metamere Gliederung des Coelom bedingt, und zwar entspricht die Zahl der Kammern der Zahl der Metameren; die Dissepimente liegen stets an der Grenze zweier Metameren. Das die Leibeshöhlenwandung auskleidende Epithel hat ein parietales und ein viscerales Blatt. Rückenporen, wie sie bei zahlreichen Landoligochaeten bekannt sind, und die Nephridialkanäle stellen eine Kommunikation des Coeloms mit dem um-

gebenden Medium her. Den Myzostomen fehlt eine Leibeshöhle; bei den Sipunculaceen, die keine Dissepimente besitzen, und bei den Brachiopoden ist dagegen ein Coelom deutlich ausgebildet. Bei den Bryozoën haben die Ectoprocten eine geräumige, die Endoprocten eine reduzierte Leibeshöhle.

Uro-poëtisches System. Der Exkretionsapparat der Nemertinen ist stets paarig vorhanden; er zeigt bei den einzelnen Ordnungen ein verschiedenartiges Verhalten. Die Existenz von Nephridien bei den Nematoden ist noch sehr unsicher. Bei den Acanthocephalen wird ein in der Haut (in der Subcuticula) vorhandenes System von Kanälen als Exkretionsapparat betrachtet. Für die Anneliden kann man folgendes Grundschema entwerfen: Es sind paarige, in metamerer Reihenfolge sich wiederholende Röhren (Nephridia) vorhanden, deren innere Mündung sich in die Leibeshöhle, deren äufsere sich in das umgebende Medium öffnet. Da die Geschlechtszellen vielfach im Endothel des Coeloms gebildet werden, nach der Reifung in das Coelom fallen und dann durch die Nephridialkanäle nach aufsen entleert werden, so haben diese häufig auch noch die Funktion der Ausleitung der Geschlechtsprodukte. Ist diese die Hauptfunktion, so nennt man die Kanäle Genitalschläuche. Man mufs, im Hinblicke auf die Entwicklung, zwei Arten von Nephridien unterscheiden: provisorische und bleibende. Unter den ersteren wiederum mufs man die provisorischen Kopfnephridien — sie finden sich in dem Teile der Larve, der später zum Kopfe wird — von den provisorischen Rumpfnephridien — sie treten in den Rumpfsegmenten auf — unterscheiden. Die Nephridien (Nieren) heifsen wegen ihrer streng segmentalen Anordnung auch Segmentalorgane oder wegen ihres vielfach gewundenen Verlaufes (bei Hirudineen und Oligochaeten) Schleifenkanäle. Bei den Myzostomen sind keine Nephridien bekannt.

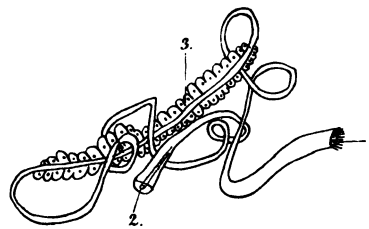
Fig. 32.



Schematischer Querschnitt durch den Rumpf eines Raubanneliden (halb); (aus Lang).
1 = Längsmuskel; 2 = Ringmuskel; 3 = Transversalmuskel; 4 = Rückengefäfs; 5 = Bauchgefäfs; 6 = Nervensystem; 7 = Parapodien; 8 = Kiemen; 9 = Dorsalcirrus; 10 = Ventralcirrus; 11 = Nephridialorgan; 12 = Eier.

Die segmentale Anordnung der Nephridien bei den Anneliden ist darum von grofser Wichtigkeit, weil man daraus auf die Abstammung der Wirbeltiere von den Ringelwürmern glaubte schliefsen zu dürfen (Semper, Dohrn, Rückert); bei den Vertebraten findet sich nämlich ebenfalls eine vorübergehende segmentale Anlage der Nierenorgane (Vorniere).

Fig. 33.

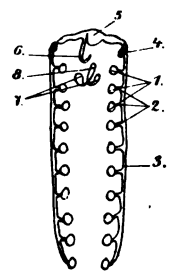


Schema eines Segmentalorganes von Dero obtusa.
1 = innere Mündung; 2 = äufsere Mündung; 3 = Drüsenzellen.

Geschlechtsorgane. Bei den getrennt geschlechtlichen Nemertinen liegen zu beiden Seiten des Verdauungskanales in unbestimmter Zahl Drüsen, welche die Geschechtsprodukte liefern und durch eigene Öffnungen entleeren. Bei den Nemathelminthes sind die Geschlechter getrennt. Die weiblichen Organe der Nematoden sind ein einfacher oder dichotomisch geteilter Blindsack, dessen Abschnitte als Ovarium, Uterus, Eileiter und Scheide bezeichnet werden. Die männlichen Organe sind stets eine einfache Röhre, deren Abteilungen als Hoden, Vas deferens, Vesicula seminalis und Ductus ejaculatorius unterschieden werden. Mit dem Ductus ejaculatorius ist eine Penisscheide verbunden; der Penis ist einfach oder doppelt vorhanden. Bei den hermaphroditischen Bryozoën entstehen Eier und Samen nicht in differenzierten Organen, sondern an verschiedenen Stellen des Cystoïds (Leibeshöhle) und fallen in die Leibeshöhle. Die Rotatorien, deren Männchen vielfach unbekannt sind, bringen unbefruchtete dünnschalige Eier (Sommereier) und befruchtete hartschalige Eier (Wintereier) in dem einfachen oder doppelten, schlauchförmigen Ovarium hervor. Die Egel, Regenwürmer, Naïden, welche Hermaphroditen sind, sich aber gegenseitig befruchten müssen, haben zwei Geschlechtsöffnungen, eine männliche und eine weibliche vorn an der Ventralfläche, von denen die weibliche hinter der männlichen steht. Die kurzen Ovidukte der beiden runden Ovarien bei Hirudo führen in einen gemeinsamen

Ausführungsgang, der in einen mit kurzer, birnförmiger Scheide versehenen Uterus leitet. Zu beiden Seiten der Ganglienkette liegen 9 Paar Hoden, deren kurze Vasa efferentia in zwei lange Vasa deferentia führen; letztere gehen zu den Vesiculae seminales; Penisscheide und ausstülpbarer Penis sind vorhanden. Beim Regenwurme sind 4 Hoden mit 2 Samenleitern und 2 Samenblasen, sowie 2 kleine Ovarien vorhanden; die Geschlechtsöffnungen sind paarig. Als Hilfsbegattungsorgan fungiert bei diesem Genus ein zwischen Hypodermis und Ringfaserschicht sich einschiebendes Gebilde, der sogenannte Sattel. Die Polychaeten, mit Ausnahme von Serpula, Protula und Spirorbis, sind Zwitter. Die nur in der Brunstperiode gut erkennbaren Geschlechtsorgane, welche sehr einfach gebaut sind, entleeren die Produkte in die Leibeshöhle, aus der sie durch die Segmentalorgane nach aufsen geleitet werden.

Fig. 34.



Schema der Geschlechtsorgane von Hirudo.

1 = Hoden; 2 = Vasa efferentia; 3 = Vas deferens; 4 = gewundener Teil des Vas deferens; 5 = Drüsen; 6 = Penis; 7 = Ovarien; 8 = Scheide.

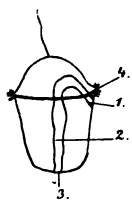
Fortpflanzung und Entwicklung. Die Nemertinen legen die Eier meist in Form von Laichmassen oder Cocons ab; nur wenige Species (z. B. Tetrastemma) gebären lebendige Junge. Die Hoplonemertinen haben direkte, die übrigen meist indirekte Entwicklung. Die Larve schwimmt frei umher und ist bewimpert; wegen ihres hutförmigen Aussehens heifst sie Pilidium.

Bei den Nematoden legen die meisten Arten Eier; Trichina und Filaria sind lebendig gebärend. Die aus dem Ei ausschlüpfenden Jungen, die sich durch das Aussehen ihres Kopfes und des Schwanzendes bedeutend von den Erwachsenen unterscheiden, erlangen erst nach mehrfacher Häutung ihre definitive Gestalt. Manche parasitär lebende Formen haben ein freies Jugendstadium (Rhabditis-ähnliche Organisation).

Unter den Anneliden sind die Naïden (Oligochaeten) durch ihre ungeschlechtliche Fortpflanzung (Teilung und Knospung) besonders merkwürdig. Bei Naïs proboscidea z. B. stellt sich zwischen zwei aneinander stofsenden mittleren

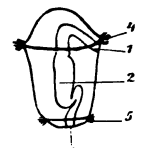
Metameren eine Neubildung ein, so dafs die Grenze beider Glieder durch das neugebildete hindurchgeht. Der hintere Teil der Neubildung wird zum Kopfe des Hintertieres; der vordere Teil derselben bildet den hinteren Leibesabschnitt des vorderen Tieres. Noch bevor das hintere Tier sich losgelöst hat, beginnt bereits eine neue Sprossung am vorderen Tiere. Es trennen sich allmählich die neu entstandenen Individuen. Sind von dem ursprünglichen Tiere nur noch 12—14 Glieder vorhanden, so tritt eine Pause in der Sprossung ein; es wächst dasselbe bis zu 40 Metameren heran, und dann beginnt der Prozefs von neuem. Abgesehen von diesem besonderen Modus ist über die Entwicklung der Anneliden das folgende auszusagen. Die Oligochaeten haben keine Metamorphose. Die Larven der Polychaeten müssen, bevor sie die Annelidenform erreichen, tiefgreifende Veränderungen erfahren, welche hauptsächlich die Vermehrung der Metameren betreffen. Die bewimperten Larven unterscheiden sich durch die Art der Bewimperung bedeutend und sind daher mit verschiedenen Namen belegt worden. Gleichmäfsige Bewimperung findet man bei den atrochen Larven (Atrocha). Ist die Wimperung auf einen Kreis über dem Munde reduziert, so spricht man von cephalotrochen Larven (Cephalotrocha). Telotroche Larven (Telotrocha) werden die genannt, welche aufser dem Wimperreifen über dem Munde einen eben solchen am Hinterende des Larvenkörpers besitzen. Bei den gastrotrochen Larven (Gastrotrocha) ist aufser jenen beiden noch ein Wimperbogen am Bauche vorhanden; die amphitrochen Larven (Amphitrocha) haben noch am Rücken einen Wimperbogen; die mesotrochen Larven (Mesotrocha) dagegen nur in der Mitte einen oder mehrere Wimperbögen.

Fig. 35.



Cephalotroche Larve; (aus Leunis).
1 = Mund;
2 = Darm;
3 = After;
4 = Wimperreif vor dem Munde.

Fig. 36.



Telotroche Larve; (aus Leunis)
1 = Mund;
2 = Darm;
3 = After;
4 = Wimperreif vor dem Munde;
5 = hinterer Wimperreif.

Die frei lebende, bewimperte Larve der Brachiopoden zeigt eine metamere Gliederung. Von den drei vorhandenen Metameren wird das vordere, das paarige Augenflecke besitzt,

bis auf einen kleinen Rest, die Oberlippe, zurückgebildet, aus dem mittleren Metamer wird der eigentliche Körper, aus dem hinteren der Stiel, mit welchem das fertige Tier festsitzt.

Die Bryozoën haben teils geschlechtliche, teils ungeschlechtliche Fortpflanzung. Bei der ersteren werden die Eier in der Leibeshöhle befruchtet, entwickeln sich in besonderen Bruträumen und schlüpfen als bewimperte Larven aus. Nach einiger Zeit setzen sie sich fest und bilden so ein junges Bryozoon. Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung haben wir zunächst die äufsere Knospung zu erwähnen. Durch dieselbe entstehen, falls sich die Knospen nicht loslösen, die Bryozoënstöcke. Bei den Süfswasserbryozoën findet sich eine eigentümliche Art der monogonen Fortpflanzung. Es entstehen gegen Ende der warmen Jahreszeit besondere Zellhaufen, die sogenannten Statoblasten, welche überwintern und aus denen sich im Frühlinge sofort ein neues Bryozoon, ohne Stadium larvatum, entwickelt.

Bezüglich der Einzelheiten der Entwicklung wird auf die einschlägigen Lehrbücher verwiesen.

Phylogenie. Die verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Klassen unter einander sind noch sehr unklar, auch über die Herleitung der Vermes von den Cnidariern ist Sicheres noch nicht ermittelt. Neuere Untersuchungen (Kleinenberg) machen es sehr wahrscheinlich, dafs die Anneliden von Medusen abstammen.

Anhang zum Typus der Würmer.

Enteropneusta.

Bekannt ist nur die Gattung Balanoglossus, mit B. clavigerus; B. minutus, etc. Die Tiere haben einen wurmförmigen Leib, dessen Oberfläche vollständig bewimpert ist. Man unterscheidet am Körper mehrere Teile; das vordere Ende heifst Rüssel, Eichel oder Proboscis, ist kopfähnlich und scharf abgesetzt. Darauf folgt der muskulöse Kragen und dahinter die lang ausgedehnte Kiemenregion. Hier liegen die in zwei Längsreihen angeordneten Kiemensäcke und seitlich von ihnen zwei mit gelben Drüsen erfüllte Seitenlappen. An die Kiemenregion schliefst sich die Magenregion an. Auf der oberen Seite derselben liegen in vier Reihen die gelben

Geschlechtsdrüsen, zwischen denen sich die braungrünen Leberanhänge des Darmes finden. Der Schwanzabschnitt hat an seinem äufsersten Ende die Afteröffnung. Die Geschlechter sind stets getrennt. Die Larve heifst Tornaria.

V. Typus. **Echinodermata, Stachelhäuter.**

Die Echinodermen sind strahlig gebaute Tiere, deren Antimeren meistens in der Fünfzahl um eine centrale Achse stehen; in der Haut finden sich kalkige Ablagerungen in verschiedener Anordnung; die Bewegungsorgane sind schwellbare Füfschen; Darmkanal von Leibeshöhle und Blutgefäfssystem getrennt. Die Larven haben einen bilateral-symmetrischen Bau. Die Echinodermen sind ausschliefslich Meerestiere.

System.

I. Klasse. Crinoïdea, Haarsterne, Seelilien.

Auf der Mitte der Rückenseite ein langer, gegliederter Stiel; Ventralseite des Körpers aufwärts gekehrt; die Skeletstücke liegen dorsalwärts; die Arme mit Seitenästen (Pinnulae) besetzt. Die meisten Gattungen fossil.

Rhizocrinus; der Stiel bleibt das ganze Leben über erhalten; ebenso bei Pentacrinus; Comatula ist nur in der Jugend gestielt, später frei; alle drei sind recente Formen.

An die Crinoïden schliefsen sich die nur durch fossile Formen repräsentierten Cystidea und Blastoïdea an.

II. Klasse. Asteroïdea (Stelleridea), Seesterne.

Körper sternförmig, fünfstrahlig; die breiten, abgeflachten Arme gehen in der Regel allmählich in den scheibenartigen Körper über; in die Höhlung der Arme setzen sich der Darm in Form von Blindsäcken und die Geschlechtsorgane fort; die Füfschen verlaufen auf der ventralen Seite der Arme vom Munde bis in deren Enden in einer Rinne (Ambulacralfurche).

Asteracanthion; Astropecten; Solaster; Asteriscus, etc.

III. Klasse. Ophiuroïdea, Schlangensterne.

Körper sternförmig; die gegliederten Arme, meist 5, selten 6, setzen sich scharf von der Körperscheibe ab; die Eingeweide setzen sich nicht in dieselben fort; die Füfschen finden sich nur auf der ventralen Fläche der Arme zu beiden Seiten einer medianen bis zum Munde reichenden Kalkreihe.

Ophiurae; kriechende Schlangensterne mit nicht einrollbaren Armen.

Euryalae; Arme einrollbar, und zwar nach der Mundseite hin; bewegen sich schwimmend fort.

IV. Klasse. Echinoïdea, Seeigel.

Körper kugelig, herzförmig oder eine Scheibe darstellend; keine Arme; Skelet aus unbeweglichen Tafelreihen bestehend.

1. Unterklasse. Euechinoïdea.

Schale aus 20 Plattenreihen gebildet; Genitalplatten von nur einem Porus durchbohrt.

1. Ordnung. Regularia; After und Mund stets central; Kieferapparat gut ausgebildet; Ambulacra einfach.

Cidaris; Dorocidaris; Echinus, etc.

2. Ordnung. Clypeastroïdea (Irregularia gnathostomata); After nicht im Scheitel gelegen, an die Unterseite der Schale oder an den Rand gerückt; Kieferapparat vorhanden; Ambulacra einfach oder blattförmig.

Clypeaster; Echinocyamus, etc.

3. Ordnung. Spatangoïdea (Irregularia atelostomata); Mund und Scheitel nicht mehr central gelegen, der erstere nach vorn, der letztere nach vorn oder hinten gerückt; After aufserhalb des Scheitels, hinter der Mitte; Ambulacra meist blattförmig.

Spatangus; Brissus; Echinocardium, etc.

2. Unterklasse. Palaeechinoïdea.

Meist mehr, selten weniger als 20 Plattenreihen in der Schale; Genitalplatten mit 3—5 Poren. Nur fossil in palaeozoïschen Schichten.

V. Klasse. Holothurioïdea, Seewalzen, Seegurken.

In der Hauptachse walzenförmig gestreckter Körper; bilaterale Symmetrie mehr oder weniger deutlich; Haut weich, in derselben kleine Kalkkörper, die ein zusammenhängendes

Skelet bilden; Mund und After polar entgegengesetzt; keine äufsere Madreporenplatte.

1. Ordnung. Pedata; zahlreiche Saugfüfschen an der Bauchfläche; getrennte Geschlechter.

Aspidochirotae; schildförmige Tentakel; mit Holothuria, etc.

Dendrochirotae; baumförmig verästigte Tentakel; mit Cucumaria, etc.

2. Ordnung. Apedata; keine Saugfüfschen; Tentakel geteilt oder gefiedert; Synapta, etc.

Haut und Hautskeletsystem. Die Haut besteht aus einer mit einer Cuticula bedeckten, oft wimpernden Epithellage; unter dem Epithel findet sich die Cutis, in welcher die Skeletteile vorkommen. Die Hartgebilde (Skeletteile) werden durch ein Kalkgewebe von mikroskopisch netzartiger Struktur dargestellt, das in der Haut entsteht. Die nackt erscheinenden Stacheln der Seeigel sind ursprünglich von einer oft wimpernden Epithelschicht überzogen gewesen. Im einzelnen ist über das Hautskelet Folgendes auszusagen:

Bei den Crinoïden, an deren kelchförmigem Körper die Rückenfläche dauernd oder vorübergehend auf dem Stiele festsitzt, kommen nur an dieser und den Armen Hartgebilde vor, während die Ventralfläche weich ist. Die an den Stiel anstofsenden Platten, die Basalstücke, sind in der Fünfzahl vorhanden und liegen zwischen den Radien des fünfstrahligen Körpers. Bei den Comatuliden verkümmern diese Teile und an ihre Stelle tritt eine einzige grofse Kalkplatte, das Centrodorsalstück. Die Arme haben ebenfalls ein Skelet, das sich aus dem der Rumpfscheibe in sie hinein fortsetzt. Es sind entweder fünf Arme oder, durch mehrfache Teilung derselben, 10, 20 oder mehr vorhanden. Der Stiel der Pentacrinen und der jungen Comatuliden zeigt eine ähnliche Gliederung. Die einzelnen Kalkscheiben oder -platten sind durch eine elastische Substanz unter einander verbunden.

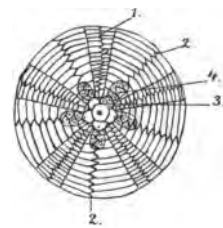
Bei den Asteroïden bilden die Hartgebilde entweder zusammenstofsende Kalkplatten oder ein kalkiges Balkennetz. Zu beiden Seiten einer jeden Ambulacralreihe liegt eine Reihe von Platten, die Ambulacralplatten. Bei den Asteroïden

und auch bei den Crinoïden ist die antiambulacrale Seite bedeutend entwickelt.

Die Arme der Ophiuren bestehen nur selten aus einer weichen Haut, meist werden sie von 4 Längsreihen von Kalkplatten gebildet, die Armschilder genannt werden. Man unterscheidet an ihnen Bauch-, Seiten- und Rückenschilder; die Schilder sind beweglich unter einander verbunden. An der Armspitze befindet sich eine unpaare Kalkplatte, die Terminalplatte. In jedem Arme ist eine Längsreihe beweglich mit einander verbundener Kalkstücke vorhanden, die sogenannten Wirbel. Die Arme können abduziert und adduziert werden. In der Scheibe des Körpers reichen die Schilder der ventralen und dorsalen Seite und die Wirbel der Arme bis zum Munde und bilden um den letzteren herum das Mundskelet.

Die Wand des Körpers der Echinoïden wird aus fest verbundenen Kalkplatten hergestellt, die bei allen recenten Formen in 20 Reihen liegen, welche zu 10 Paaren geordnet sind. Dadurch, dafs die einen 5 Paare von Poren durchbohrt sind, während die anderen 5 Paare eine solche Durchbohrung vermissen lassen, kann man zwei Gruppen von Platten unterscheiden. Die durchbohrten heifsen Ambulacralplatten, die undurchbohrten Interambulacralplatten; die abwechselnde Stellung dieser Gebilde macht den fünfstrahligen Bau kund. Die Poren, die Beziehungen haben zu den Ambulacralfüfschen, sind stets doppelt vorhanden, ein Zuflufs- und ein Abflufsporus. Am oberen Pole vereinigen sich die Plattenpaare nicht, sondern es bleibt ein Feld übrig, das Scheitelfeld oder der Apicalpol. Hier liegen 10 Kalkplatten, welche ein Mittelfeld, das Afterfeld, umgeben. Die an das Afterfeld anstofsenden grofsen Platten sind von je einer Öffnung durchbohrt für die Mündung der Geschlechtsorgane, sie heifsen Genitalplatten. Eine Genitalplatte hat aufserdem sehr zahlreiche Poren, die in den Steinkanal führen; sie wird Madreporenplatte genannt. Am unteren Pole findet sich der Mund (Mundfeld); das Mundfeld ist nackt oder mit Kalkplatten besetzt. Von der

Fig. 37.



Schema des regulären Seeigels.
1 = Radius; 2 = Interradius; 3 = Madreporenplatte; 4 = Geschlechtsorgane.

Mundöffnung der Cidariden und Clypeastriden dringen Kalkfortsätze in den Körper ein, an welche sich die Muskeln und Bänder der Kauwerkzeuge inserieren.

Die Haut der Holothurien, die Cutis, ist von lederartiger Beschaffenheit, in welcher Kalkkörperchen verschiedenartigster Gestalt (Scheiben, Stäbchen, Anker, etc.) bald in gröfserer, bald in geringerer Menge vorkommen; dieselben sind von mikroskopischer Kleinheit.

Ein besonderer, den Echinodermen zukommender Teil des Hautskeletes sind die Pedicillarien; das sind über den ganzen Körper verbreitete Greiforgane, die aus einem Stiel mit gelenkigen, zangenartigen Armen bestehen.

Fig. 38.

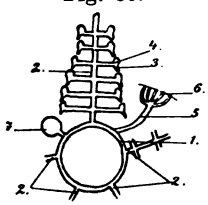
Schema einer Pedicillarie.

Allgemein ist über den fünfstrahligen Körper der Echinodermen zu sagen, dafs man 5 Radien annehmen kann, in denen die Nerven, die Gefäfsstämme, die Ambulacralfüfse gelegen sind, und zwischen ihnen 5 Interradien, in denen die Genitalorgane und die Madreporenplatte sich finden. Durch besonderes Auswachsen eines Strahles wird die verschiedenartige Abweichung von dieser Grundform bewirkt.

Bewegungssystem; Ambulacralsystem.

Die Muskeln, die allenthalben gut entwickelt sind, liegen zwischen den einzelnen Teilen des Hautskelets; sie bilden bei den Holothurien einen Hautmuskelschlauch. Der Kauapparat hat besondere Muskeln.

Fig. 39.



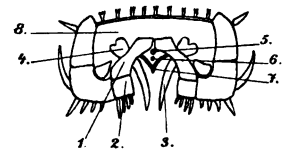
Schematische Darstellung des Wassergefäfssystems der Echinodermen; (aus Leunis).

1 = Ringkanal; 2 = die radiären Wassergefäfse; 3 = Ambulacralfüfschen; 4 = Ampullen; 5 = Steinkanal; 6 = Madreporenplatte; 7 = Poli'sche Blase.

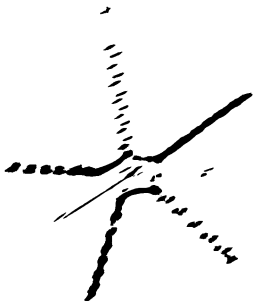
Das Ambulacralsystem (Wassergefäfssystem), das ein Hauptcharakteristikum dieses Typus darstellt, wird durch bestimmt geordnete, mit wässriger Flüssigkeit erfüllte Röhrensysteme gebildet. Die Bewegung des Inhaltes erfolgt durch die Kontraktion der Wandungen, durch das dieselben auskleidende Wimperepithel und durch die wechselnden Druckverhältnisse des Körpers. Der centrale Teil dieses Systems wird durch ein den Darm in der Nähe

des Mundes umgebendes ringförmiges Gefäfs dargestellt, den Ringkanal. Von diesem entspringen entsprechend der Zahl der Radien (Antimeren) die radiären Gefäfse, also meistens fünf. Von jedem Radiärgefäfs gehen paarig oder abwechselnd querverlaufende Äste seitlich ab und enden blind in cylindrischen Erhebungen der Haut. Die letzteren haben an ihrem freien Ende eine Saugscheibe, heften sich mittelst derselben fest und ziehen durch Verkürzung den ganzen Körper nach sich; es sind dies die Füfschen — Ambulacralfüfschen der Echinodermen. Die zwischen den mit Füfschen besetzten Feldern liegenden fufslosen Partieen heifsen Interambulacra; kommen Füfschen nur ventral vor, dorsal nicht, so heifst die letztere Fläche die antiambulacrale. Bei Holothurien, Echinoïden und Asteroïden findet sich am Abgange des Ambulacralgefäfses eine bläschenförmige Erweiterung, die Füfschenampulle; in sie fliefst bei Retraktion der Ambulacra die Flüssigkeit. Direkt am Ringkanale sitzen ebenfalls bläschenförmige, in gleicher Weise funktionierende Erweiterungen, die nach ihrem Entdecker Poli'sche Blasen genannt werden. Interradial entspringt aus dem Ringkanale ein besonderer Kanal, welcher das Ambulacralsystem mit den Teilen des Körpers und mit dem umgebenden Medium verbindet. Da sich in seiner Wand zahlreiche Kalkstücke finden, so wird er Steinkanal genannt. Er geht bei Asteroïden, Ophiuriden, Echinoïden und einigen Holothurien zur Körperwandung und mündet hier entweder durch einen einfachen Porenkanal, oder er verästelt sich vielfach und mündet in einer besonderen, mit zahlreichen Poren versehenen Platte, der Madreporenplatte. Auch die Madreporenplatte liegt interradial. Bei den meisten Holothurien tritt der Steinkanal nicht mit dem umgebenden Medium in Beziehung, sondern hängt in die Leibeshöhle hinein. Die Crinoïden haben in allen Interradien einen oder viele Steinkanäle, welche in die Leibeshöhle münden.

Fig. 40.



Querschnittsschema eines Seesternarmes; (aus Leunis)
1 = Ambulacralplatte; 2 = Adambulacralplatte; 3 = Ambulacralfüfschen; 4 = Ampulle; 5 = radiäres Wassergefäfs; 6 = radiäres Blutgefäfs; 7 = radiärer Nerv; 8 = Leibeshöhle (Armhöhle).



[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] Die Asteroïden haben zahnartige, papillenförmige Fortsätze des Hautskelets um den Mund herum. Bei den Seeigeln (Regularia und Clypeastroïden) findet sich ein komplizierter Kauapparat. Derselbe umgiebt als ein Kalkgerüst mit fünf aus der Mundöffnung hervor-

[illegible]

[illegible] 4 — Alveolen; [illegible] Auricula der Schale; [illegible] Protractoren der Laterne; [illegible] Wassergefäßring 11 - Poli[illegible] Wassergefäße 13 - Ampullen; [illegible] Stachel; 16 - Pedicillarien; [illegible] After; 19 Madreporenplatte.

ragenden Zähnen den Schlund und hat ungefähr die Gestalt einer fünfseitigen, mit der Basis nach innen gerichteten Pyramide. An die Basis und die Spitze des Apparates, welcher Laterne des Aristoteles heifst, inserieren sich zahlreiche, antagonistisch wirkende Muskeln. Der Darm wird durch zarte Aufhängebänder (Suspensoria, Gekröse) an den Wänden des Körpers befestigt. Er ist ein einfacher von Mund zum After führender Kanal bei den Asteroïden und Ophiuriden; bei den übrigen ist er mehr gewunden.

Cirkulations- und Atmungssystem.

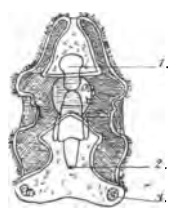
Die Angaben über das Blutgefäfssystem sind noch sehr unsicher, die Verhältnisse sehr unklar. Es sind, soviel ungefähr läfst sich allgemein sagen, zwei Blutgefäfsringe vorhanden, ein den Mund umgebender oder oraler und ein vom aboralen Pole mehr oder weniger entfernt liegender aboraler Ring. Beide sind durch ein Gefäfsgeflecht, das sogenannte Herz, mit einander verbunden. Vom oralen Ringe gehen Gefäfse ab, die zwischen den radiären Nerven und Wassergefäfsen verlaufen; vom aboralen (dorsalen) Ringe entspringen Gefäfse zu den Geschlechtsorganen.

Atmungsorgane fehlen bei vielen Echinodermen; das Ambulacralgefäfssystem hat hier wahrscheinlich respiratorische Funktionen. Bei manchen Formen sind verdünnte Hautstellen vorhanden, welche sich ausbuchten oder nach innen dringen und so Atmungsorgane darstellen. Bei den Holothurien sind zwei sogenannte Lungen vorhanden, die reich verästelt in die Leibeshöhle hineinragen und mit gemeinsamem Stamme aus der Cloake entspringen; durch letztere wird das Atemwasser zugeführt.

Fortpflanzungssystem. Die Echinodermen sind meist getrennt geschlechtlich, nur einige lebendig gebärende Ophiuren und die Molpadiiden und Synaptiden unter den Holothurien sind Hermaphroditen. Männchen und Weibchen sind nur in der Brunst zu unterscheiden. Die Ovarien und Hoden, einfache oder verästelte Schläuche, haben häufig keine besonderen Ausführungsgänge, in welchem Falle die Sexualprodukte in die Leibeshöhle entleert werden. Sind Ausführungsgänge vorhanden, dann durchbohren dieselben die Genitalplatten (cfr. oben). Die Eier werden in's Wasser entleert, wo sich ihnen das Sperma beigesellt; nur wenige Formen sind vivipar.

Ontogenie. Für gewöhnlich durchlaufen die Echinodermen vom Ei bis zum fertigen Tiere eine sehr komplizierte Metamorphose; bei den lebendig gebärenden und den mit Brutraum versehenen Formen ist ein Larvenstadium nicht vorhanden. Hinsichtlich der Einzelheiten der Entwicklung ist auf die Lehrbücher der Entwicklungsgeschichte zu verweisen; hier sei nur Folgendes angeführt. Aus dem Blastoporus der Gastrula wird der After, oder der Blastoporus schliefst sich und der After bricht daneben durch (Comatula). Es erfolgt ein einseitiges Auswachsen der Gastrula; dabei verschmilzt das blinde Ende des Urdarms mit dem Ectoderm und hier bricht dann der Mund durch. Die Larve streckt sich, so dafs Mund und After an eine Längsseite zu liegen kommen, an die konkave Ventralseite. Die entgegengesetzte Seite ist die Dorsalseite; dieselbe ist konvex. Eine durch Rücken und Bauch gelegte Ebene teilt den Larvenkörper in zwei symmetrische Teile, wir finden hier also einen bilateral-symmetrischen Bau. Die so gebaute Larve ist allseitig bewimpert und von ellipsoïdischer Gestalt; durch Entwicklung verschiedener Fortsätze und durch Reduktion der Wimpern auf bestimmte Regionen treten Differenzen in den Larvenformen auf, die zu bestimmten Namen Veranlassung gegeben haben. Die Larven der Echinoïden und Ophiuriden heifsen Pluteus; sie haben ein inneres Gerüst von Kalkstäben, die bei der Umwandlung zum fertigen Tiere verschwinden. Die Körperanhänge sind von einer in sich zurücklaufenden Wimperschnur umsäumt; bei Echinus und Echinocidaris finden sich noch Wimperepauletten.

Fig. 43.



Auricularialarve, vom Bauche aus gesehen; (nach J. Müller). 1 = Mund; 2 = After; 3 = Kalkrädchen.

Die Bipinnaria genannte Larvenform, welche für die Asteroïden charakteristisch ist, hat keine inneren Skeletteile und die Wimperschnur läuft nicht in sich zurück, sondern es löst sich von ihr ein Stück los, welches eine vor dem Munde gelegene Flosse umzieht. Die Brachiolaria-Larve ähnelt der Bipinnaria, hat aber noch vorn drei armartige Fortsätze; sie kommt ebenfalls bei den Seesternen vor. Die Auricularia-Larve, für die Holothurien charakteristisch, hat eine einzige zusammenhängende Wimperschnur, wie die Pluteus-Larve, entbehrt aber der Kalkstäbe und hat dafür kurze, abge-

rundete Fortsätze. Durch sehr komplizierte Umbildungen entsteht aus der bilateral-symmetrischen Larve das strahlige Echinoderm.

Eine Art ungeschlechtlicher Fortpflanzung findet sich bei manchen Ophiuriden und Asteriden; es teilt sich das betreffende Tier in zwei oder mehrere Stücke, deren jedes mindestens einen Arm und ein Stück der Scheibe besitzt. Durch Neubildung der fehlenden Teile wird wieder ein vollständiges, fünfstrahliges Echinoderm hergestellt.

Phylogenie. Die bilaterale Symmetrie der Larven läfst die Annahme sehr berechtigt erscheinen, dafs die Echinodermen von bilateral-symmetrischen Würmern abstammen. Aus dieser Urform haben sich die verschiedenen Klassen dieses Typus divergent entwickelt. Der Verlust der bilateralen Symmetrie ist auf die Anpassung an die festsitzende Lebensweise zurückzuführen; der ursprüngliche Stiel, den heute nur noch die Crinoïden besitzen, ist dann wieder verloren gegangen, während sich der strahlige Bau erhielt.

VI. Typus. **Arthropoda, Gliederfüfsler.**

Die Arthropoden sind bilateral-symmetrische Tiere, deren Metameren zu besonderen Regionen (Kopf, Brust, Abdomen) gruppiert sind. Das Skelet ist ein chitiniges Exoskelet. Extremitäten sind entweder an allen oder an den meisten Segmenten (Metameren) vorhanden. Das centrale Nervensystem besteht aus Gehirn, Schlundring und Bauchmark. Das Herz ist dorsalwärts vom Darme gelegen.

Nach der Beschaffenheit der Atmungsorgane sind zwei Subtypen zu unterscheiden, nämlich der der Kiemenatmer oder Branchiata und der der Luftatmer oder Tracheata.

1. Subtypus. **Branchiata, Kiemenatmer.**

Atmung durch Kiemen oder durch die Haut; sämtlich Wassertiere.

System.

Einzige Klasse. Crustacea, Kruster oder Krebse.

Zwei Fühlerpaare; Extremitäten am Thorax und meist auch am Abdomen.

I. Unterklasse. Entomostraca.

Wechselnde Zahl von Rumpfsegmenten; die Gliedmafsen häufig nur an den hinteren derselben vorhanden; kein Kaumagen; Entwicklung mit Metamorphose; aus dem Ei die Nauplius-Larve; meist kleine Formen.

1. Ordnung. Phyllopoda, Blattfüfsler.

Schwimmfüfse blattförmig gelappt; mindestens 4 Paar derselben vorhanden, meist mehr; Schalenduplikatur vorhanden oder fehlend.

1. Unterordnung. Branchiopoda, Kiemenfüfsler.

Körper deutlich segmentiert, oft von einer schildförmigen oder zweiklappigen Schale umschlossen; 10 bis 30 und mehr Paare blattförmiger Schwimmfüfse, an welchen die Kiemen sitzen; im süfsen Wasser.

Branchipus, ohne Schale; Apus, mit schildförmiger Schale; Estheria, mit vollständiger Schale.

2. Unterordnung. Cladocera, Wasserflöhe.

Kleine Tiere; Körper meist von zweiklappiger Schale umschlossen, nur der Kopf freibleibend; Schwimmfüfse 4—6 Paare; grofse Ruderantennen; Kiemen oft fehlend; im süfsen Wasser.

Sida; Daphnia; Moina; Leptodora, etc.

2. Ordnung. Ostracoda, Muschelkrebse.

Kleine, meist seitlich komprimierte Tiere; zweiklappige Schale; 7 Paar Gliedmafsen, die als Fühler, Kiefer, Kriech- und Schwimmbeine fungieren; Abdomen ungegliedert, kurz.

Cypris, im süfsen Wasser; im Meere: Cythere; Cypridina, etc.

3. Ordnung. Copepoda, Spalt- oder Ruderfüfsler.

Körper gestreckt, meist deutlich gegliedert; keine schalenförmige Hautduplikatur; 4 oder 5 Paare zweiästiger Ruderbeine am Thorax; Abdomen ohne Gliedmafsen.

1. Unterordnung. Eucopepoda.

Die Äste der Ruderfüfse sind 2- oder 3gliedrig; Mundwerkzeuge kauend, saugend und stechend.

a) Gnathostomata; meist frei lebend; Mundwerkzeuge kauend; Segmente vollzählig.

Cyclopidae, im süfsen Wasser, ohne Herz; Calanidae im Meere und im Süfswasser, Herz stets vorhanden; Notodelphyidae, etc.

b) Parasita (Siphonostomata), Schmarotzerkrebse. Mundwerkzeuge stechend und saugend; Segmente nicht vollzählig; Abdomen verkümmert.

Corycaeus; Chondracanthus; Caligus, etc.

2. Unterordnung. Branchiura, Karpfenläuse. Langer, vorstülpbarer Stachel vor der Saugröhre; 4 Paar langgestreckte, spaltästige Schwimmfüfse.

Argulidae, Karpfenläuse.

4. Ordnung. Cirripedia, Rankenfüfsler. Festsitzende Kruster; Körper undeutlich gegliedert, von einer Hautduplikatur umschlossen; meist 6 Paar Rankenfüfse; meist Hermaphroditen.

a) Pedunculata; Körper gestielt; 6 Paar Rankenfüfse.

Lepadidae, Entenmuscheln; Pollicipedidae.

b) Operculata; kein oder rudimentärer Stiel; Körper von äufserem Schalenkranze umgeben.

Balanidae, Meereicheln, etc.

c) Abdominalia; Körper ungleich segmentiert; Mantel flaschenförmig; meist 3 Paar Rankenfüfse; getrennt geschlechtlich; parasitär in der Kalkschale von Cirripedien und Mollusken.

Alcippidae, etc.

d) Apoda; Körper aus 11 Ringen bestehend; keine Mantelduplikaturen; madenförmiges Aussehen; Mund zum Saugen geeignet; keine Rankenfüfse; Verdauungskanal rudimentär; Hermaphroditen; parasitär im Mantel von Cirripedien.

Protolepadidae.

e) Rhizocephala (Suctoria), Wurzelkrebse; Körper schlauch- oder sackförmig; keine Segmente; keine Gliedmafsen; kurzer Haftstiel; kein Darmkanal; Hermaphroditen; parasitär in Decapoden.

Peltogaster, etc.

II. Unterklasse. Malacostraca. Zahl der Segmente und Gliedmafsenpaare konstant; Kopf und Brust, die nicht genau abgrenzbar sind, bestehen aus 13 Segmenten und haben ebensoviele Gliedmafsenpaare; Abdomen, deutlich abgesetzt, hat 6 Segmente und 6 Beinpaare; Endabschnitt des Leibes eine Platte (Telson); stets ein Kaumagen vorhanden; Entwicklung mit und ohne Metamorphose; aus dem Ei selten Naupliuslarve, bei manchen Thoracostraca eine Zoëalarve; Geschlechter getrennt.

a. Leptostraca.

Die Leptostraken stehen der Stammform der Malacostraken wahrscheinlich am nächsten. Der Körper wird von 21 Segmenten gebildet, welche mit Ausnahme der 4 letzten von einer dünnen, zweiklappigen Schale umschlossen sind; die Brust hat 8 Segmente und 8 Beinpaare; das Abdomen hat ebenfalls 8 Segmente, von denen nur die vorderen 6 mit Gliedmafsen versehen sind; Herz langgestreckt.

Nebalia, etc.

b. Arthrostraca (Edriophthalmata), Ringelkrebse.

Meist 7, seltener 6 oder weniger Brustsegmente und Beinpaare; keine Schalenduplikatur; 2 sessile Seitenaugen.

1. Ordnung. Amphipoda, Flohkrebse.

Körper seitlich komprimiert; Kiemen an den Brustfüfsen; Abdomen langgesteckt; die drei vorderen Abdominalsegmente mit Schwimmfüfsen, die drei hinteren mit Springfüfsen.

1. Unterordnung. Laemodipoda, Kehlfüfsler.

Vorderes Beinpaar kehlständig.

Caprella, etc.

2. Unterordnung. Crevettina.

Kopf klein; Kieferfüfse vielgliedrig.

Orchestia; Gammarus, etc.

3. Unterordnung. Hyperina.

Kopf grofs, stark aufgetrieben; Kieferfufspaar rudimentär, als Unterlippe fungierend.

Platyscelus; Phronima, etc.

2. Ordnung. Isopoda, Asseln.

Körper breit, mehr oder minder gewölbt; Abdomen kurz, oft reduziert; Herz im Abdomen.

1. Unterordnung. Euisopoda.

7 freie Brustsegmente und Brustbeinpaare.

Anilocra; Idotea, etc.

2. Unterordnung. Anisopoda, Scheerenasseln.

Das vordere der 7 Beinpaare an das Kopfbruststück gerückt und zu einem Scheerenfufs entwickelt; Herz im Thorax.

Tanaïs, etc.

c. Thoracostraca (Podophthalmata), Schalenkrebse.

Ein Rückenschild vorhanden, wodurch zum mindesten die vorderen Brustsegmente mit dem Kopfe verbunden sind; Augen auf beweglichen Stielen sitzend.

1. Ordnung. Cumacea.

Kopfbrustschild klein; 4—5 freie Brustsegmente; zwei Kieferfufs- und 6 Beinpaare; die 2 vorderen Paare sind Spaltfüfse; Abdomen lang, sechsgliedrig.

Diastylis, etc.

2. Ordnung. Stomatopoda, Maulfüfsler.

Körper langgestreckt; Kopfbrustschild klein; Abdomen grofs und kräftig; 5 Paar Mundfüfse und 3spaltästige Beinpaare; Kiemenbüschel an den Schwimmfüfsen des Abdomen.

Squilla, etc.

3. Ordnung. Schizopoda, Spaltfüfsler.

Kleine Tiere; Kopfbrustschild grofs, zarthäutig; 8 Paar Spaltfüfse, welche Kiemen tragen können.

Mysis, etc.

4. Ordnung. Decapoda, zehnfüfsige Krebse.

Rückenschild grofs, meist mit allen Segmenten des Kopfes und der Brust verwachsen; 3 Kieferfufspaare; 10 zum Teil mit Scheeren ausgerüstete Gehfufspaare.

1. Unterordnung. Macrura.

Abdomen grofs, mindestens so lang wie der Cephalotorax; 4 oder 5 Paar Afterfüfse; breite Schwanzflosse; drittes Kieferfufspaar beinförmig verlängert; die Larven heifsen Zoëa.

1. Fam. Caridinae; Garneelen.

Penaeus; Palaemon; Crangon, etc.; im Meere.

2. Fam. Astacidae, Scheerenkrebse.

Astacus fluviatilis, Flufskrebs, im süfsen Wasser; Homarus vulgaris, Hummer, im Meere; Nephrops, etc.

3. Fam. Loricata, Panzerkrebse.

Palinurus vulgaris, Languste, etc.

2. Unterordnung. Anomura.

Abdomen mäfsig grofs; Schwanzflosse reduziert, nach vorn umgeschlagen.

Pagurus, Einsiedlerkrebs; Galathea, etc.

3. Unterordnung. Brachyura, Krabben.

Hinterleib kurz, verkümmert; keine Schwanzflosse.

Oxystomata, Rundkrabben; Catometopa, Viereckskrabben, etc.

III. Unterklasse. Gigantostraca.

Vor dem Munde ein Gliedmafsenpaar, das einem Fühlerpaare entspricht; die 4—5 Beinpaare des Cephalothorax dienen auch zum Kauen.

1. Ordnung. Xiphosura (Poecilopoda), Schwertschwänze.

Kopfbrust schildförmig, mit 6 Paar beinförmigen Extremitäten; Hinterleib mit 5 Paar blattförmigen Gliedmafsen, welche Kiemen tragen; langer Schwanzstachel. Zahlreiche fossile Formen; recent nur die Gattung Limulus.

2. Ordnung. Merostomata (Eurypteridae).

Cephalotorax relativ kurz, mit 5 Paar beinförmigen Gliedmafsen; Abdomen langgestreckt, aus 12 Segmenten bestehend, breit dem Cephalothorax aufsitzend; keine Abdominalfüfse; Schwanzstachel vorhanden oder fehlend. Nur fossil im Silur und Devon.

Die Stellung der Trilobitae (Palaeadae) in System ist unklar; nur fossile Formen in den palaeozoïschen Schichten.

Haut und Hautskeletsystem. Die Haut besteht nach innen zu aus einer zelligen oder protoplasmatischen aber kernhaltigen Matrix, der Hypodermis, und nach aufsen aus einer homogenen Cuticularabscheidung, die man Chitin nennt. Je dicker die Chitinschicht ist, desto härter ist das Skelet; die Härte wird noch durch Ablagerungen kohlen- und phosphorsauren Kalkes in das Chitin verstärkt. An den Gelenken ist die Chitinhülle dünn und biegsam. Mit dem fortschreitenden Wachstume des Tieres wird die Chitinhülle (Chitinpanzer) zu eng; es wird daher der alte Panzer abgeworfen, nachdem vorher unter ihm sich ein neuer gebildet hatte (Häutung). Der neue Panzer ist im Anfange weich und dehnbar, erhärtet aber bald. Wir haben es also hier bei den Crustaceen mit einem Exoskelet zu thun. An den Metameren desselben kann man folgende Teile unterscheiden: Rückenplatte (Notum, Tergum, Tergite); Bauchplatte (Sternum, Sternite); Rücken-Seitenplatten (Epimera, Epimerites); Rückenanhänge (Tergorhabdites); Bauchanhänge (Sternorhabdites). Die Entwicklung der einzelnen Segmente ist eine sehr variable, da die Anhänge derselben sich verschiedenartig ausbilden und

auch ganz fehlen können. Demzufolge erfahren auch die aufgezählten Teile des Skeletes eine variable Ausbildung. Die verschiedenen Segmente gruppieren sich zu verschiedenen Körperabschnitten und es entstehen dadurch: der Vorderkopf, gebildet durch die vorderen Antennen; hier finden sich die Augen; der Hinterkopf; die Grenze zwischen ihm und dem Vorderkopfe bilden die Mundöffnung und die Oberlippe; die Brust, stets aus 3 Segmenten bestehend; der Leib (Abdomen), von einer wechselnden Zahl von Segmenten gebildet, und endlich der Hinterleib (Postabdomen), nicht bei allen Crustaceen vorhanden. Die gegliederten Anhänge, welche an diesen Teilen sich finden, sind alle homologe Gebilde, wie das die Anatomie und Ontogenie ergiebt, sind also als Extremitäten zu betrachten. Die Gliedmafsen am vordersten Segmente sind ungespalten; alle übrigen sind Spaltfüfse. An den letzteren sind 3 Teile zu unterscheiden: der Schaft, auch Stamm genannt (Protopodit), der Innenast (Endopodit) und der Aufsenast (Exopodit).

Am Kopfe sind stets 5 Extremitätenpaare vorhanden, nämlich: die vorderen Antennen, die hinteren Antennen, die Mandibeln, die vorderen Maxillen und die hinteren Maxillen.

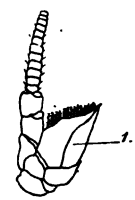
Die vorderen Antennen (Antennulae) liegen vor dem Munde und bilden den Vorderkopf; sie bestehen nur aus einer einzigen Gliederreihe. Sie dienen als Tastorgane und beherbergen die Gehörorgane und Geruchsorgane.

Die hinteren Antennen, deren Gliederzahl nicht bei allen Gruppen die gleiche ist, fungieren vielfach als Fühler.

Die Mandibeln, zu Seiten des Mundes gelegen, fungieren als Kauwerkzeuge. Der Spaltfufscharakter hat durch Anpassung an die Funktion vielfach Umgestaltung erfahren. Besonders stark entwickelt ist stets das Basalglied des Protopoditen, die übrigen Glieder sind dagegen mehr oder weniger rückgebildet.

Die vorderen Maxillen, dicht am Munde gelegen, fungieren als Kauwerkzeuge; die Spaltfufsnatur ist besser erhalten, als bei den Mandibeln.

Fig. 44.



Linke Antenne vom Flufskrebs. 1 = Exopodit.

Die hinteren Maxillen ähneln den vorderen und haben die gleiche Funktion wie jene.

Die Brustfüfse. Bei den Malacostraken sind stets 8 Paar Brustfüfse vorhanden, während deren Zahl bei den Entomostraken wechselt. Dadurch, dafs eine variable Zahl der vorderen Brustsegmente mit dem Kopfe sich vereinigen kann (Cephalothorax), entstehen auch Beziehungen der Extremitäten derselben zum Kopfe. Man nennt sie Kieferfüfse; sie sind Hilfswerkzeuge bei der Nahrungsaufnahme. Das proximale Glied des Protopoditen hat häufig einen Anhang, den Epipoditen. Die Ausbildung der einzelnen Glieder, die zum Teil völlig fehlen können, ist eine ungemein variable. Bei den Decapoden sind die 3 vorderen Brustfufspaare zu Kieferfüfsen geworden, während die hinteren 5 Paare Gehfüfse sind. An letzteren fehlt der Exopodit, nur Protopodit und Endopodit sind vorhanden; die Füfse sind siebengliedrig.

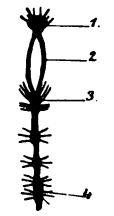
Die Abdominalfüfse. Das letzte Abdominalsegment hat niemals Extremitäten, die übrigen Segmente sind mit Extremitätenpaaren ausgestattet.

Bewegungssystem. Das Skelet ist bei der Schilderung des Hautskeletsystems bereits erledigt worden. Die Muskulatur besteht aus quergestreiften Muskelfasern, deren Querstreifung deutlicher und breiter ist, als die der Vertebraten-Muskeln. Ein Hautmuskelschlauch ist nicht vorhanden. Im allgemeinen können wir Muskeln des Stammes, Muskeln der Extremitäten und beiden gemeinsame Muskeln unterscheiden. Durch die ersteren werden die Segmente gegen einander und gegen den gesamten Rumpf bewegt; die zweite Gruppe ermöglicht die Bewegung der einzelnen Glieder der Extremitäten zu einander, die dritte endlich bedingt die Bewegung der Extremitäten zum Stamm, bez. die des Stammes zu den Extremitäten.

Nervensystem und Sinnesorgane. Das centrale Nervensystem gleicht insofern dem der Anneliden, als es ebenfalls aus dem Gehirn (oberem Schlundganglion), Schlundring und Bauchganglienkette (Bauchmark) besteht; eine Homologie ist aber zwischen beiden Bildungen nicht vorhanden. Zu den genannten Teilen kommt noch ein Schlundnervensystem und ein sympathisches Nervensystem.

Der Schlundring besteht in den meisten Fällen aus dem oberen Schlundganglion, von welchem die Nerven zu den höheren Sinnesorganen (Gesicht, Geruch, Gehör) und den Antennen ausstrahlen. Die Form des Ganglion, das auch Gehirn genannt wird, ist eine sehr variable. Mit demselben durch den Schlundring, d. h. durch zwei Nervenstämme, die jederseits den Schlund umfassen, in Verbindung steht das untere Schlundganglion, ein median verschmolzenes Doppelganglion. Die Bauchganglienkette (Bauchmark) besteht aus zahlreichen Doppelganglien, deren Querkommissuren sehr breit sein können oder die median dicht aneinander gelagert sind. Die Ganglienpaare sind in der Längsrichtung durch breite, mehr oder minder dicht bei einander stehende Nervenstränge verbunden. Das Bauchmark ist stets ein deutliches Abbild der Metamerie des Leibes. Es hat die Form einer Strickleiter (z. B. bei Phyllopoden) dadurch, dafs die Querkommissuren sehr breit sind. Mit der äufseren Gliederung geht pari passu die Gestaltung der Bauchkette; es treten Verschmelzungen einander benachbarter Ganglienpaare ein; einzelne nähern sich blofs einander, manche verschwinden ganz. Bei Astacus fluviatilis sind aufser dem unteren Schlundganglion (Ganglion infraoesophageum) 6 Thoracal- (Brust-) und 6 Abdominalganglienpaare vorhanden. Bei Brachyuren (Cancer) sind das untere Schlundganglienpaar und die übrigen Ganglienpaare der Bauchkette zu einer Masse verschmolzen.

Fig. 45.



Teil des Centralnervensystems vom Flufskrebs.
1 = oberes Schlundganglion (Gehirn);
2 = Schlundkommissuren;
3 = unteres Schlundganglion;
4 = Sternalarterie.

Das Schlundnervensystem der Crustaceen kann man mit dem Vagussystem der Vertebraten in Analogie bringen; Homologieen zwischen Crustaceen oder Arthropoden überhaupt und der Vertebraten, wie sie in neuerer Zeit hie und da behauptet wurden, dürften kaum vorkommen.

Das sympathische Nervensystem ist anscheinend bei allen Malacostraken vorhanden. Aus dem unteren Schlundganglienpaare kommt jederseits mit doppelter Wurzel ein Nerv; die beiden Stämme verschmelzen an der Oberseite des Magens zu einem unpaaren Nerven, der in ein Ganglion

übergeht; von hier aus entspringt ein nach hinten ziehender Nerv, der Magen, Leber und Herz mit Ästen versieht.

Sinnesorgane. Die Augen der Crustaceen sollen mit denen der Tracheaten im Zusammenhange besprochen werden.

Tastorgane sind allgemein vorhanden; als solche fungieren die Antennen und besondere Gebilde, die Tastborsten. Bei Cladoceren z. B. treten aus dem Ganglion Nerven, die in der Tastborste mit knopfförmiger Anschwellung enden.

Als Organe des Geruchssinnes betrachtet man Kolben, Fäden oder Schläuche, die, in verschiedener Weise gruppiert, an den vorderen Antennen der Krebse sich finden.

Gehörorgane kommen bei allen Decapoden vor, aber auch nur bei diesen, soweit wenigstens unsere Kenntnis reicht. Sie liegen im Protopodit der inneren Antenne; der Bau derselben ist im wesentlichen der, dafs von einem Endganglion eine feine Nervenfaser in ein Chitinhaar tritt und hier sich an die Haarwand ansetzt. Die Haare schwingen bei Tönen oder Geräuschen.

Ernährungssystem. Der Darmkanal verläuft von dem central gelegenen Munde geradlinig durch den Körper. Die Afteröffnung liegt meistens im letzten Segmente; nur bei den Cirripedien findet sie sich am Ende einer aus den Schalen hervorgestreckten Röhre. Die innere Schicht fast des ganzen Darmkanals hat eine chitinige Cuticula, welche bei der Häutung des ganzen Tieres ebenfalls mit abgestofsen wird. Am Darme unterscheiden wir drei Abschnitte: Vorderdarm, Mitteldarm und Enddarm.

Der Vorderdarm der Entomostraken ist eine einfache Röhre (Speiseröhre, Oesophagus), die dorsalwärts zieht und in den Mitteldarm übergeht. Bei den Malacostraken sind an ihm zwei Teile zu unterscheiden: der enge Oesophagus, der auf den Mund folgt, und der weite Kaumagen, dessen epithelialer Belag mit Haaren, Borsten, chitinigen Leisten oder Zähnen besetzt ist. Am Kaumagen der Decapoden sind durch eine Einschnürung zwei Abschnitte gebildet. Der vordere Abschnitt (Cardiacalmagen) ist blasenförmig, der hintere (Pyloricalmagen) erscheint pyramidenförmig. In dem letzteren ist ein Gerüst vorhanden, an dem man einen unpaaren mittleren und oben gelegen

zweizinkigen Zahn und zwei seitliche Zahnleisten erkennen kann. Bei der Häutung wird auch dies Gerüst gewechselt.

Der Mitteldarm, dessen Epithel keine chitinige Cuticula besitzt, ist von verschiedener Gestalt. Bei den Entomostraken ist ein vorderer weiterer und ein hinterer engerer Abschnitt vorhanden. In den vorderen Abschnitt münden die Darmdivertikel. Bei den Malacostraken sind Einschnürungen nicht vorhanden; hier mündet in den Mitteldarm das Hepatopancreas

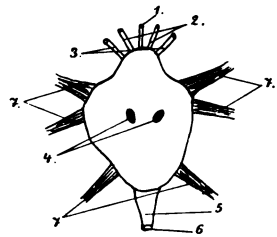
Der Enddarm ist bei den einen Crustaceen kurz, bei den anderen (Isopoden und Decapoden) lang. Der After der Entomostraken ist dorsal, der der Malacostraken ventral gelegen.

Verdauungsdrüsen. Die Crustaceen haben keine Speicheldrüsen; nur bei den Cirripedien findet sich ein Paar in den Magen mündender Drüsen. Die Leber (Hepatopancreas), auch Mitteldarmdrüse genannt, ist am meisten bei den Decapoden ausgebildet. Bei Astacus z. B. ist das Organ paarig und jederseits aus drei Lappen zusammengesetzt; es mündet hinter dem Pyloricalmagen in den Mitteldarm. Bei Cirripedien und Daphnien haben die Mitteldarmdivertikel, d. h. blindsackförmige Anhänge des Darmes, wahrscheinlich die Funktion des Hepatopancreas.

Cirkulations- und Atmungssystem. Das Blutgefäfssystem der Crustaceen ist kein geschlossenes, sondern die Gefäfse mit eigenen Wandungen ergiefsen das Blut in Lakunen. Die Lakunen sind Lücken zwischen den Organen und werden als Leibeshöhle gedeutet. Die primitivsten Verhältnisse zeigt offenbar Branchipus. Hier ist ein kontraktiles Rückengefäfs, welches Herz genannt wird, vorhanden, das durch den ganzen Körper sich erstreckt und in jedem Metamer ein Paar Ostien, im letzten ein einfaches endständiges Ostium besitzt. Bei den Cladoceren ist das Herz ein einfaches rundliches Gebilde, in welches durch zwei seitliche Spalten das Blut eintritt und aus dem das Blut durch eine vordere und hintere Öffnung ausgetrieben wird. Nicht alle Entomostraken haben ein Herz, sondern, aufser den erwähnten, nur wenige Ostracoden und Copepoden. Die Cirripedien haben überhaupt kein Blutgefäfssystem. Bei den Malacostraken zeigt das Cirkulationssystem der Leptostraken am meisten Ähnlichkeit mit dem von Branchi-

pus; auch hier ist das Herz röhrenförmig und lang und findet sich vom Hinterkopfe bis zum vierten Abdominalsegmente. Bei den Isopoden besitzt das Herz 1 bis 2 Paar Ostien und liegt zum Hauptteile im Abdomen, bei den Amphipoden sind 3 Ostienpaare vorhanden und das Herz ist in der Brust gelegen. Bei den Stomatopoden reicht, wenigstens bei den älteren Larven, das Herz (Rückengefäfs) von der Maxillarregion bis in das fünfte Abdominalsegment und zeigt zwei Abschnitte: einen kurzen vorderen, und einen langen hinteren. Der vordere Abschnitt, dem wahrscheinlich das ganze Herz der Decapoden entspricht, hat ein Paar Ostien und giebt ab eine unpaare Kopfaorta und

Fig. 46.

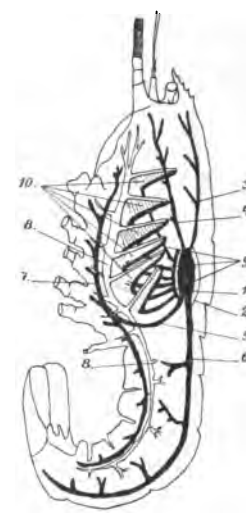


Herz vom Flufskrebs von oben; schematisch.

1 = Augenarterie; 2 = Antennenarterien; 3 = Leberarterien; 4 = Ostien; 5 = bulbusartige Erweiterung; 6 = obere Abdominalarterie; 7 = Faserbänder des Herzens.

ein vorderes und hinteres Arterienpaar. Der hintere Abschnitt hat 12 Ostienpaare; aus ihm entspringen eine unpaare hintere Aorta und 13 paarige Arterien. Das Herz der Schizopoden, Cumaceen und Decapoden liegt nur in der Brust, hat nur 2 bis 3 Ostienpaare und ist bei den Decapoden platt und polygonal. Aus dem Herzen kommen folgende Gefäfse (Astacus): eine unpaare Kopfaorta, für Gehirn und Augen; 2 vordere seitliche

Fig. 47.



Gefäfssystem von Homarus.

1 = Herz; 2 = Pericard; 3 = unpaare vordere Körperarterie; 4 = Leberarterie; 5 = Sternalarterie; 6 = tergaler Abdominalast derselben; 7 = sternaler Ast; 8 = sternaler Venensinus; 9 = Kiemenvenen; 10 = Kiemen.

Arterien, für den Magen, die Antennendrüse, die vorderen und die hinteren Antennen und den Cephalothorax; 2 Leberarterien; eine Sternalarterie; die hintere Aorta, sie giebt in jedem Segmente seitlich ein Paar Arterien ab für Darm, Haut und Muskulatur des Abdomens. Die Arterien gehen in arterielle Capillaren, diese in die venösen Lacunen über. Das venöse Blut sammelt sich in dem ventralen Blutsinus im Cephalothorax und geht von hier zu den Kiemen. Die Kiemen sind also in dem venösen Teile des Kreislaufes gelegen, das Herz ist ein Arterienherz.

Die Blutflüssigkeit ist farblos.

Die Atmungorgane. Mit Ausnahme einiger Isopoden sind die Crustaceen Kiemenatmer; die Kiemen zeigen aber eine ungemein wechselvolle Ausbildung. Vielfach werden dieselben nur durch Verdünnung der Körperbedeckungen dargestellt (Copepoden); meistens sind sie selbständige Organe und an den Füfsen befestigt. Bei vielen Cladoceren werden die Endglieder einzelner Füfse blattförmig und dadurch zu Kiemen. Bei Phyllopoden, Amphipoden und Stomatopoden sind an den Füfsen und Afterfüfsen verschiedenartig gestaltete Anhänge vorhanden, welche als Kiemen dienen. Ähnlich sind die Verhältnisse bei den Poecilopoden. Die Decapoden haben die Kiemen an der Basen der Brustfüfse und der hinteren Beikiefer; durch die Seiten des Cephalothorax werden zwei Höhlen gebildet, in denen die Atmungsorgane liegen. Das Wasser gelangt durch einen unteren Spalt in diese Höhlen und wird durch die Bewegung der Anhänge der Beikiefern (Hilfskiefern) wieder ausgetrieben. Die Form der Kiemen ist am häufigsten die einer Pyramide; von einem mittleren, einen arteriellen und venösen Kanal enthaltenden Schafte entspringen zahlreiche Blättchen. Bei den Landkrabben (Birgus) können die Kiemenhöhlen zu Lungen werden.

Uro-poëtisches System. Bei manchen Copepoden und Cladoceren finden sich in der Wandung des Mitteldarmes Zellen, welche Harnsäurekonkremente enthalten; dieselben sind daher als Harnorgane zu betrachten. Bei anderen Crustaceen finden sich besondere drüsige Organe, welche als Exkretionsorgane funktionieren; es sind dies die Schalendrüse und die Antennendrüse. Die erstere kommt hauptsächlich bei Entomostraken und unter den Malo-

costraken bei Leptostraken, Isopoden und Cumaceen vor. Sie liegt in der Schalenduplikatur oder im Panzer des Cephalothorax. Die Antennendrüse, vorn im Kopfe gelegen und im Basalgliede der hinteren Antennen mündend, ist bei Malacostraken ziemlich allgemein vorhanden; bei den Decapoden heifst sie ihrer Farbe wegen grüne Drüse.

Mit Ausnahme der Cirripedien, welche Hermaphroditen sind, sind die Crustaceen getrennt geschlechtlich. Bei manchen Gruppen von Cladoceren und Copepoden sind die Männchen noch nicht bekannt.

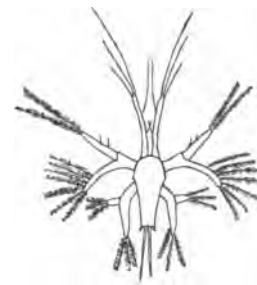
Die weiblichen keimbereitenden Organe (Ovaria) sind gewöhnlich paarig und liegen neben dem Darme; sie bestehen aus einfachen oder verästelten Schläuchen. Der Eierstock von Astacus ist ein dreilappiges, unpaares Gebilde, das unter dem Herzen gelegen ist; die beiden Seitenlappen entsprechen den Ovarien der anderen Kruster. Ein jeder Eierstock hat einen Ausführungsgang (Oviduct, Eileiter), der an der Basis eines Fufspaares nach aufsen mündet, bei den Macruren am dritten Fufspaare. Die meisten Crustaceenweibchen tragen die Eier nach der Befruchtung gewöhnlich bis zum Ausschlüpfen der Larve mit sich herum. Bei den Decapoden werden sie unter dem Schwanze getragen und werden hier durch die Afterfüfse festgehalten. Manche Amphipoden haben am Bauche besondere Bruttaschen (Marsupium); bei Entomostraken finden sich in der Nähe der Geschlechtsöffnungen Drüsen, deren Sekret zur Befestigung der Eier dient.

Die männlichen Geschlechtsorgane (Hoden) sind nur bei den Cyclopiden einfach, sonst doppelt. Die Ausführungsgänge (Vasa deferentia) sind ebenfalls doppelt; ihr Endabschnitt, der bei den höheren Ordnungen erweitert ist, heifst Ductus ejaculatorius. Die Öffnungen der männlichen Geschlechtsorgane finden sich überall am hintersten Brustsegmente; dieselben sind, wie die der weiblichen Organe, ventral gelagert, nur bei Cladoceren und einigen Copepoden finden sie sich dorsal. Die Spermatozoën, die meist unbeweglich sind, werden bei Cyclopiden und manchen Decapoden zu mehreren von einer Spermatophore umschlossen; die Cyclopiden kleben dieselben an die Vulva des Weibchens. Bei den Ostracoden ist eine Schleimdrüse vorhanden, von deren Sekret ein jedes Spermatozoon umhüllt wird.

Ontogenie. Bei den Ostracoden und Phyllopoden ist Parthenogenese weit verbreitet. Die den elterlichen Formen keineswegs gleichenden Jungen müssen erst eine Anzahl Häutungen durchmachen, ehe sie die definitive Gestalt erreichen. Bei den meisten Amphipoden, bei den Cumaceen, den Mysiden und bei Astacus ist die Entwicklung eine direkte; bei Homarus fehlen dem aus dem Ei ausschlüpfenden Tiere die Abdominalbeine. Bei den übrigen Crustaceen ist die Larve aufserordentlich verschieden von der definitiven Form gebaut. Früher, ehe man den genetischen Zusammenhang kannte, hielt man die Larven für besondere Species und gab ihnen daher eigene Namen, die ihnen geblieben sind. Die beiden wichtigsten Larvenformen sind der Nauplius und die Zoëa. Der Nauplius findet sich bei Branchiopoden, Cypriden, Copepoden, Cirripedien und einigen Malacostraken. Er besitzt nur 3 Beinpaare, von denen das erste Paar einfache Füfse, die anderen beiden Paare Spaltfüfse sind. Das vorderste Paar wird zu den vorderen, das mittlere zu den hinteren Antennen, das dritte zu den Mandibeln des definitiven Tieres. Die in den späteren Larvenstadien sich entwickelnden Extremitäten bilden sich hinter diesen, in einer von vorn nach hinten fortschreitenden Folge.

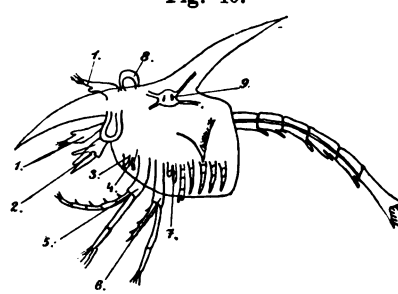
Die Zoëa ist bei den meisten Decapoden die Larvenform. Dieselbe hat 7 Paar Extremitäten, aus denen, von vorn nach hinten gerechnet, die beiden Fühlerpaare, die Mandibeln, die beiden Un-

Fig. 48.



Naupliuslarve; nach Fritz Müller.

Fig. 49.



Krabbenzoëa.

1 = erste Antenne; 2 = zweite Antenne; 3 = erste Maxille; 4 = zweite Maxille; 5 = erster, 6 = zweiter, 7 = dritter Kieferfufs; 8 = Auge; 9 = Herz.

terkieferpaare und das erste Kieferfufspaar entstehen. Die Augen sind ungestielt, und am Cephalothorax finden sich 4 stachelförmige Fortsätze, nämlich ein Stirnstachel, ein Rückenstachel und zwei Seitenstacheln.

Phylogenie. Die Crustaceen stammen wahrscheinlich von Anneliden ab.

II. Subtypus. **Tracheata, Luftatmer.**

System.

I. Klasse. Arachnoidea.

Kopf und Bruststück verschmolzen; 2 Paar Kiefer; 4 Paar Beine; Abdomen hat nie Gliedmafsen.

1. Ordnung. Linguatulida, Zungenwürmer.

Parasitisch lebende Tiere; Körper wurmförmig, geringelt; Mundöffnung ohne Kiefern, dafür 2 Paar Klammerhaken.

Pentastomum.

2. Ordnung. Acarina, Milben.

Körper gedrungen; Abdomen nicht gegliedert, mit dem Kopfbruststück verschmolzen; Mundteile beifsend, saugend oder stechend; frei lebend oder parasitär.

Fam. Dermatophili, Haarbalgmilben; mit Demodex folliculorum (Acarus folliculorum) Haarbalgmilbe; in den Haarbälgen des Menschen.

Fam. Sarcoptidae, Krätzmilben; mit Sarcoptes scabiei, Krätzmilbe des Menschen, etc.

Fam. Tyroglyphidae, Käsemilben; mit Tyroglyphus siro, etc.

Fam. Phytoptidae, Gallmilben.

Fam. Ixodidae, Zecken; mit Argas reflexus, auf dem Menschen vorkommend, etc.

Fam. Hydrachnidae, Wassermilben, etc.

In die Nähe der Acarinen gehören die Tardigradae, Bärtierchen; kleine, hermaphroditische Tiere; Mundteile saugend; kein Herz; keine Repirationsorgane; und die Pycnogoniden.

3. Ordnung. Araneïda, Spinnen.

Kieferfüfse klauenförmig mit Giftdrüsen; Kiefertaster beinförmig und gestielt; Hinterleib ungegliedert, 4 oder 6 Spinnwarzen; 4 oder 2 Tracheen (Lungen).

a) Tetrapneumones; 4 Lungen; meist 4 Spinnwarzen.

Mygale; Atypus, etc.

b) Dipneumones; 2 Lungen; 6 Spinnwarzen.

Salticus; Lycosa; Epeira, Kreuzspinne, etc.

4. Ordnung. Phalangiida, Afterspinnen.

4 Paar lange, dünne Beine; Kieferfühler scheerenförmig; Abdomen gegliedert, breit dem Cephalothorax aufsitzend; keine Spinndrüsen.

Phalangium, etc.

5. Ordnung. Pedipalpi, Scorpionspinnen.

Grofse Tiere; Kiefer klauenförmig; Vorderbeine fühlerartig verlängert; Hinterleib abgeschnürt, aus 11 bis 12 Gliedern bestehend.

Phrynus; Telyphonus, etc.

6. Ordnung. Scorpionidea, Skorpione.

Kieferfühler scheerenförmig; Kiefertaster scheerenförmig, beinartig verlängert; Präabdomen siebengliedrig; Postabdomen sechsgliedrig; am Schwanzende ein Giftstachel; 4 Paar Fächertracheen (Lungen).

Scorpio, etc.

7. Ordnung. Pseudoscorpionidea, Afterskorpione.

Kein Schwanzstachel; keine Giftdrüse; Spinndrüsen vorhanden; nur Tracheen.

Chelifer, etc.

8. Ordnung. Solifugae, Walzenspinnen.

Kopf und Bruststück gesondert; Hinterleib gegliedert, langgestreckt; Kieferfühler scheerenförmig; Kiefertaster beinförmig; nur Tracheen.

Solpuga, etc.

II. Klasse. Onychophora.

Leib gestreckt, wurmförmig; zwei Fühler; Beinpaare kurz, mit Klauen versehen.

Peripatus, etc.

III. Klasse. Myriopoda, Tausendfüfser.

Kopf abgesetzt; zahlreiche Segmente des Leibes und zahlreiche Beinpaare; 3 Paare von Kiefern.

1. Ordnung. Chilopoda.

Körper meist flach gedrückt; Fühler lang, vielgliedrig; Mundteile zum Raube geeignet; an jedem Segmente nur ein Beinpaar; Geschlechtsöffnungen am Hinterende.

Scolopendra; Scutigera, etc.

2. Ordnung. Chilognatha.

Körper cylindrisch oder drehend; Oberkiefer mit 2 grofsen Chitinzähnen; die 2 eigentlichen Kiefer eine Lippe bildend; an jedem Segmente, aufser an den 3 vorderen, 2 Paar Beine; Geschlechtsöffnungen am Hüftgliede des 3. Beinpaares.

Julus; Glomeris, etc.

IV. Klasse. Hexapoda oder Insecta, Insekten oder Kerfe.

Am Kopfe 2 Fühler; stets 3 Beinpaare; Brust dreigliedrig, meist mit 2 Flügelpaaren; Abdomen aus 9 oder 10 Gliedern bestehend.

1. Ordnung. Thysanura.

Keine Flügel; behaart oder beschuppt; Mundteile rudimentär und kauend; Springapparat am Abdomen.

Podura; Japyx, etc.

2. Ordnung. Orthoptera, Geradflügler.

Mundwerkzeuge beifsend; 2 Paar ungleiche Flügel; Metamorphose unvollkommen.

1. Tribus. Cursoria; mit Laufbeinen.

Forficula, Ohrwurm; Periplaneta, Schabe, etc.

2. Tribus. Gressoria; Beine zum Schreiten geeignet.

Mantidae, Fangheuschrecken (Mantis religiosa, Gottesanbeterin); Phasma, etc.

3. Tribus. Saltatoria; mit Springbeinen.

Acridiidae, Feldheuschrecken (mit Oedipoda migratoria, Wanderheuschrecke); Locustidae, Laubheuschrecken; Gryllidae, Grabheuschrecken (mit Gryllus campestris, Feldgrille; G. domesticus, Hausheimchen).

3. Ordnung. Pseudoneuroptera.

Mundteile beifsend; Flügel dünnhäutig, gleich gebaut.

1. Unterordnung. Physopoda.

Thrips cerealium, Getreideblasenfufs, in Weizen- und Gerstenähren.

2. Unterordnung. Corrodentia.

Psocidae, Bücherläuse (Troctes pulsatorius, Bücherlaus); Termitidae, weifse Ameisen.

3. Unterordnung. Amphibiotica; Larven im Wasser, durch Tracheenkiemen atmend.

Ephemera, Eintagsfliege; Perla; Libellulidae, Wasserjungfern, etc.

4. Ordnung. Neuroptera, Netzflügler.

Mundwerkzeuge beifsend; Prothorax frei; Flügel häutig, netzförmig geadert; Metamorphose vollkommen.

Panorpidae; Myrmeleontidae, Ameisenlöwen, etc.

5. Ordnung. Trichoptera.

Flügel mit Haaren oder Schuppen; Oberkiefer verkümmert; Unterkiefer und Unterlippe zu einer Art Saugrüssel verschmolzen.

Phryganea, etc.

6. Ordnung. Strepsiptera, Fächerflügler.

Vorderflügel stummelförmig, an der Spitze aufgerollt; Hinterflügel grofs, der Länge nach faltbar; Mundwerkzeuge rudimentär; Weibchen ohne Flügel und Beine; Larven in Hymenopteren parasitär.

Stylops, etc.

7. Ordnung. Aptera, Parasiten.

Keine Flügel; Schnabel kurz, fleischig; breite, schneidende Stechborsten; zuweilen rudimentäre, beifsende Mundwerkzeuge; Thorax undeutlich gegliedert; Hinterleib neungliedrig.

Pediculidae, Läuse (Pediculus capitis, vestimenti; Phthirius pubis, Filzlaus, etc.).

8. Ordnung. Hemiptera (Rhynchota), Schnabelkerfe.

Schnabel gegliedert; Mundteile stechend; Prothorax frei; Metamorphose unvollkommen.

1. Unterordnung. Phytophthires, Pflanzenläuse; zwei häutige Flügelpaare; Weibchen meist flügellos.

Coccidae, Schildläuse, bringen die Cochenille hervor; Aphidae, Blattläuse; Psyllidae, Blattflöhe.

2. Unterordnung. Homoptera, Cikaden oder Zirpen; vorderes Flügelpaar zuweilen lederartig.

Cicadidae; Fulgora; Aphrophora, etc.

3. Unterordnung. Hemiptera, Wanzen; vorderes Flügelpaar halb hornig, halb häutig.

1. Tribus. Hydrocores, Wasserwanzen.

Nepa; Notonecta, etc.

2. Tribus. Geocores, Landwanzen.

Acanthia lectularia, Bettwanze, etc.

9. Ordnung. Diptera, Zweiflügler.

Mundteile saugend und stechend; Hinterflügel sind Schwingkolben; Metamorphose vollkommen.

1. Unterordnung. Pupipara, Lausfliegen.

Melophagus, etc.

2. Unterordnung. Brachycera, Fliegen.

Musca domestica, Hausfliege; Anthrax, etc.

3. Unterordnung. Nemocera, Langhörner.

Sciara Thomae, die Larven bilden vor der Verpuppung den Heerwurm, etc.

10. Ordnung. Aphaniptera, Flöhe.

Keine Flügel; Mundwerkzeuge saugend und stechend; Metamorphose vollkommen.

Pulex irritans; Floh, etc.

11. Ordnung. Lepidoptera, Schmetterlinge.

Mundwerkzeuge bilden einen einrollbaren Saugrüssel; vier völlig beschuppte Flügel; Metamorphose vollkommen.

1. Unterordnung. Microlepidoptera.

Solenobia; Alucita, etc.

2. Unterordnung. Geometrina, Spanner.

Larentia; Geometra, etc.

3. Unterordnung. Noctuina, Eulen.

Plusia; Orthosia, etc.

4. Unterordnung. Bombycina, Spinner.

Bombyx mori, Seidenspinner; Psyche, etc.

5. Unterordnung. Sphingina, Schwärmer.

Sphinx; Acherontia atropos, Totenkopf, etc.

6. Unterordnung. Rhopalocera, Tagfalter.

Vanessa; Argynnis, etc.

12. Ordnung. Coleoptera, Käfer.

Mundteile kauend; Vorderflügel hornig; Metamorphose vollkommen.

1. Tribus. Cryptotetramera; Tarsen aus 4 Gliedern, von denen einer rudimentär bleibt.

Coccinellidae, Marienwürmchen, etc.

2. Tribus. Cryptopentamera; Tarsen fünfgliedrig, einer davon verkümmert.

Chrysomelidae; Bostrychidae, etc.

3. Tribus. Heteromera; die beiden vorderen Beinpaare mit 5, die beiden hinteren mit 4 Tarsengliedern.

Tenebrio molitor (Larve heifst Mehlwurm); Lytta (Cantharis) vesicatoria, spanische Fliege.

4. Tribus. Pentamera; fünfgliedrige Tarsen.

Melolontha vulgaris, Maikäfer (Larve heifst Engerling); Hydrophilus; Dytiscus; Carabus, etc.

13. Ordnung. Hymenoptera, Hautflügler.

Mundwerkzeuge beifsend und leckend; Metamorphose vollkommen.

1. Unterordnung. Terebrantia; Weibchen haben Legebohrer.

1. Tribus. Phytophaga; Larven pflanzenfressend.

Lophyrus; Tentredo, etc.

2. Tribus. Gallicola; Larven meist in Pflanzenzellen lebend.

Cynippidae, Gallwespen.

3. Tribus. Entomophaga; Larven leben in Larven anderer Insekten.

Pteromalus; Ichneumon, etc.

2. Unterordnung. Aculeata; Weibchen haben durchbohrten Giftstachel und Giftdrüse.

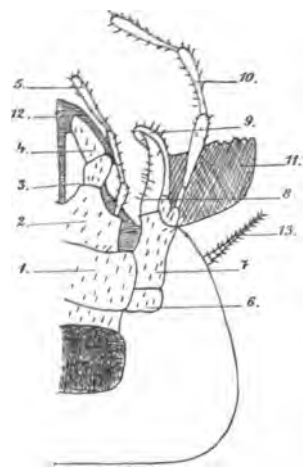
Formicidae, Ameisen; Vespidae, Wespen; Apidae, Bienen (Apis mellifica, Honigbiene; Bombus, Hummel), etc.

Haut und Hautskeletsystem. Die Haut der Tracheaten ist, wie die der Crustaceen, ein Chitinpanzer, die Bildungsweise derselben ist hier die gleiche wie dort. Der Körper wird, ebenfalls wie der der Crustaceen, in Kopf, Brust (Thorax), Leib (Abdomen) und Hinterleib (Postabdomen) eingeteilt. Die Zahl der Segmente, welche in den ungegliedert erscheinenden Kopf eingehen, beträgt ursprünglich 4; die Brust wird von 3 Segmenten gebildet, dem Prothorax, Mesothorax und Methathorax; die Zahl der das Abdomen und das Postabdomen zusammensetzenden Segmente ist eine schwankende, 10, 11, manchmal sind mehr,

manchmal weniger Segmente vorhanden. Die Extremitäten und die Mundteile sind, wie bei den Krustern, homologe Bildungen.

Über das Hautskelet der Insekten ist Folgendes auszuführen. Die einzelnen Körperabschnitte (Kopf, Brust, Leib) sind immer deutlich von einander abgesetzt, dagegen sind Vorderkopf und Hinterkopf nicht scharf zu sondern. Die Antennen sind ihrer Anlage nach mit den äufseren Antennen der Crustaceen zu parallelisieren, während der Metamorphose aber erfahren sie eine Verlagerung derart, dafs sie den inneren Antennen des ersten Subtypus entsprechen. Die Insekten haben niemals ein Postabdomen; das Abdomen selber besteht aus 8—12 Segmenten, in deren letztem die After- und Genitalöffnung sich finden. Die Gliederung des Mundes und das Abdominalskelet der Weibchen bietet ein besonderes Interesse.

Fig. 50.



Kopf der Feldgrille von unten.

1 = Kinn; 2, 3, 4, 5 = Unterlippe; 2 = Cardo; 3 = innere Lade; 4 = äufsere Lade; 5 = Taster; 6, 7, 8, 9, 10 = Unterkiefer; 6 = Stipes; 7 = Cardo; 8 = innere Lade; 9 = äufsere Lade; 10 = Taster; 11 = Oberkiefer; 12 = Oberlippe; 13 = Antenne.

Am Munde erkennen wir zunächst eine Oberlippe, Labrum genannt, die nicht auf ein Extremitätenpaar zurückzuführen ist. Zuweilen findet sich an der Basis der Oberlippe ein Epipharynx, an der Basis der Unterlippe ein Hypopharynx; diese Gebilde sind Ausstülpungen der Mundwand. Das erste wirkliche Gliedmafsenpaar sind die Oberkiefer, Mandibulae genannt; dieselben sind stets sehr einfach gebaut. Darauf folgen 2 Extremitätenpaare, die Unterkiefer oder Maxillae und die Unterlippe oder Labium. Dieselben lassen folgende Teile erkennen, die zuweilen verschmolzen sind, zuweilen nicht vollzählig vorkommen. Angel und Stiel = Cardo und Stipes (Submentum und Mentum); am oberen Ende trägt ein Taster-

schupper den Taster = Palpus, ein nach innen gerichtetes Stück die innere Lade (Lobus internus) und die äufsere Lade (Lobus externus). Die Unterlippe und der Unterkiefer der Hymenopteren sind verlängert und zum Saugen eingerichtet, namentlich bei den Bienen, während Oberkiefer und Oberlippe denen der kauenden Insekten ähneln. Das Saugorgan der Hemipteren heifst Schnabel. Die Unterlippe bildet eine Scheide, die von dem verlängerten Labrum gedeckt wird und 4 Borsten, Mandibeln und Maxillen einschliefst. Taster sind bei ihnen nicht vorhanden. Bei den Dipteren wird die Scheide des Rüssels durch die Unterlippe gebildet, deren Basis (Submentum) ein Knie mit dem Stiel (Mentum) macht, an welch letzterem die Endlippen, d. h. die zusammengewachsenen Laden sich finden. Lippentaster sind nicht vorhanden. Der Saugrüssel der Lepidopteren wird durch die Maxillen hergestellt, während die übrigen Mundteile rudimentär sind; die Lippentaster sind stark ausgebildet. Bei den Läusen verschmelzen die Maxillen der Larve zu einer breiten, eingekerbten Platte.

Die Zahl der Segmente, welche das Abdominalskelet der weiblichen Insekten bilden, schwankt zwischen 8 und 11. Die Lepidopteren haben 8 Segmente, die Hymenopteren nur scheinbar 8, da ein abdominales Segment sich mit dem Thorax verbunden hat; die Käfer besitzen 9, ein Teil der Hemipteren 10, der andere Teil dieser Ordnung, ferner die Dipteren, Orthopteren und Neuropteren 11 Segmente. Die äufsere Öffnung der weiblichen Geschlechtsorgane findet sich meist ventral hinter dem achten Segmente; bei den Hymenopteren und den Homopteren fehlt das achte Segment, hier liegt die Öffnung hinter dem siebenten Segmente. Die Afteröffnung der Lepidopteren ist unmittelbar oberhalb der Geschlechtsöffnung (Scheidenöffnung) gelegen; bei den anderen Ordnungen treten zwischen beide Öffnungen das neunte bis elfte Segment, so dafs dadurch dieselben in verschiedenem Grade von einander getrennt werden. Die äufseren Hilfsorgane des Geschlechtsapparates (Legestachel, Legebohrer, Legesäbel, Legeröhre) werden meistens aus dem neunten Abdominalsegmente gebildet. Am Legesäbel der Laubheuschrecken z. B. ist das Rückenstück gleich der Analplatte; das Bruststück bildet die eigentliche Legescheide,

die Episternen (cfr. Crustacea) und Bauchanhänge bilden die Scheidenklappen, während die Epimeren kleinere unbenannte Verbindungsstücke darstellen.

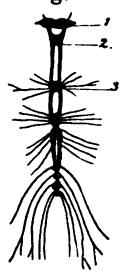
Den Arachnoïdeen fehlen die Segmente, welche die Augen und die Antennen tragen; die Mandibeln (Kieferfühler) sind Fang- und Mundwerkzeuge.

Die Mundwerkzeuge der Myriopoden sind mit denen der Insekten nicht zu homologisieren, da sie keine umgewandelten Extremitäten, sondern vielmehr Schlundgebilde darstellen.

Bezüglich des Bewegungssystems sei auf das bei den Crustaceen Gesagte hingewiesen.

Nervensystem und Sinnesorgane. Das centrale Nervensystem gleicht dem der Crustaceen; es besteht aus dem oberen Schlundganglion oder Gehirn (Ganglion supraoesophageum), dem Schlundringe, dem unteren Schlundganglion und der Bauchganglienkette (Bauchmark). Am Gehirne, aus dem die Nerven für die Sinnesorgane, die am Kopfe gelegen sind, entspringen, finden sich bei Coleopteren und Hymenopteren Anschwellungen oder Lappen, die in gewisser Hinsicht an die Hirnwindungen der Wirbeltiere erinnern und in inniger Beziehung zu den höheren Sinnesorganen stehen, so namentlich bei Ameisen, Bienen, Wespen. Wie bei den Crustaceen, so ist auch bei Tracheaten das Bauchmark grofsen Abänderungen unterworfen; diese Veränderungen treten auch während der Metamorphose auf. Die Raupe der Lepidopteren, deren Körper aus 12 Ringen besteht, hat aufser dem Gehirn und dem unteren Schlundganglion 11 Bauchganglien; die Imago hat nur wenige Brustganglien, da die Brustringe zum Thorax mit einander verschmolzen sind; desgleichen hat der in geringem Grade bewegliche Hinterleib nur wenige Ganglienpaare. Im allgemeinen kann man für die Insekten aussagen, dafs aufser dem schwach entwickelten unteren Schlundganglion 3 Brust- und eine wechselnde Zahl von Abdominal-

Fig. 51.



Nervensystem von Dytiscus.
1 = oberes Schlundganglion;
2 = unteres Schlundganglion;
3 = erstes Bauchmarkganglion.

ganglien vorhanden sind. Ein sympathisches Nervensystem scheint allenthalben vorzukommen.

Die Sinnesorgane. Als Tastwerkzeuge fungieren Haare oder Borsten, die über den ganzen Körper zerstreut stehen, besonders reichlich an den Palpen vorkommen und in ihrem Baue mit den gleichen Gebilden der Crustaceen übereinstimmen.

Geruchsorgane besitzen die meisten Insekten, besonders die Hymenopteren; es sind das kleine, an den Antennen gelegene Gruben oder Kegel, in die eine Nervenfaser eindringt.

Gehörorgane finden sich bei den Insekten an den verschiedensten Körperstellen. Bei den sogenannten chordotonalen Organen geht eine Nervenendfaser in eine Ganglienzelle über, die durch einen gespannten Schlauch mit der Haut verbunden ist. Ein von der Ganglienzelle stammender Achsenfaden geht in den Schlauch und endet in einem Endstift. Der Teil des Schlauches, in welchem der Stift gelegen ist, heifst Scolopophor, der Teil, welcher sich an die Haut ansetzt, Endschlauch. Diese chordotonalen Organe der Insekten kommen im Stamm, in den Beinen, in den Teilen des Mundes und in den Antennen vor und können bei demselben Individuum an verschiedenen Körperstellen gleichzeitig auftreten. Bei den Orthopteren kommen Tympanalorgane vor, deren Gehörfunktion indessen zweifelhaft ist.

Die Augen der Arthropoden. Man kann die Augen der Gliedertiere in einschichtige und zweischichtige einteilen; jede dieser Abteilungen zerfällt wiederum in zwei Gruppen, bei deren einer die Zellen der Retina, d. h. des Licht empfindlichen Abschnittes, selbständig bleiben, während dieselben bei anderen zu Gruppen, den sogenannten Retinulae, zusammentreten. Alle Augen ohne Retinula sind einlinsig (unicorneal) und heifsen Ocellus oder Stemma; die Augen mit Retinula sind entweder einlinsig und haben dann, wie das Stemma, Becherform, oder sie sind viellinsig, zusammengesetzt und werden Facetten- oder Fächeraugen (Kegelaugen) genannt. Die Augen ohne Retinula enthalten Pigment, das an die Retinazellen gebunden ist, während in den Augen mit Retinula besondere Pigmentzellen vorhanden sind. Bei den höheren Crustaceen und

Tracheaten kommt wesentlich das zusammengesetzte Auge vor, während bei den niederen Formen und den Larven die einfacheren Augenbildungen sich finden.

Einschichtiges Auge ohne Retinulabildung (Stemma). Die Chitinhaut bildet über dem Auge eine bikonvexe Verdickung, die Cornealinse. Die pigmentierten Hypodermiszellen werden in der Nähe des Auges in die Länge gezogen und biegen sich mit ihren äufseren Enden vom Auge ab; diejenigen Zellen, welche sich an die Linse anlegen, biegen sich nach innen um, so dafs die gegenüber stehenden in der Augenachse zusammenstofsen. Hier ist nur in der basalen Hälfte Pigment vorhanden, die distale ist frei davon; die Zellen heifsen Glaskörperzellen. Am Grunde des Augenbechers liegen die Retinazellen, an deren Basen die Nervenendfasern herantreten, während auf ihrer freien, dem Innern des Bechers zugewandten Fläche je ein Stäbchen steht.

Einschichtiges Auge ohne Retinulabildung mit Rhabdom.

In den napfförmigen Seitenaugen der Skorpione finden sich zwischen den Retinazellen mit Pigment angefüllte Stützzellen, d. h. unveränderte, indifferente Hypodermiszellen. Die Retinazellen sondern an ihren Seiten spindelförmige Gebilde, die Rhabdomeren, ab; die einander benachbarten Rhabdomeren verschmelzen und bilden das physiologische Stäbchen, das Rhabdom. Aufserdem findet sich bei manchen Scorpioniden in jeder Retinazelle ein rundlicher, stark lichtbrechender Körper, die Phaosphaera.

Zweischichtiges Auge ohne Retinulabildung.

Auf die bikonvexe Chitinlinse folgt die Schicht der sogenannten cylindrischen Glaskörperzellen, welche eine direkte Fortsetzung der auf einer Basalmembran aufsitzenden Hypodermiszellen sind. Die Basalmembran erstreckt sich ins Auge hinein und trennt so die erstere Zellschicht von der zweiten, der Schicht der Retinazellen. Diese enthalten in ihrem Innern den Kern und hinter demselben das Stäbchen, oder aber der Kern liegt hinter dem Stäbchen.

Zweischichtiges unicorneales Auge mit Retinulabildung.

Im Mittelauge der Scorpioniden liegen unter der Chitinlinse die cylindrischen Glaskörperzellen, die auf einer ihnen mit den Hypodermiszellen gemeinsamen

Basalmembran stehen, wodurch das Auge in eine vordere und eine hintere Abteilung zerfällt. Letztere enthält die Sinneszellen, die Nervenfasern und die Pigmentzellen. Die stets pigmentfreien Sinneszellen haben etwa die Gestalt eines Kanonenrohres, an dessen einer Seite ein rinnenförmiges Rhabdomer gelegen ist. Die Rhabdomeren von fünf einander benachbarten Zellen vereinigen sich zu einem Rhabdom, die fünf an der Bildung des Rhabdoms beteiligten Zellen stellen eine Retinula dar; das Rhabdom erscheint auf dem Querschnitte als ein fünfstrahliger Stern. Die Pigmentzellen sind so geordnet, dafs sie die einzelnen Retinulae von einander trennen. Auf jede Retinazelle kommt eine Pigmentzelle, die bis in die äufserste Spitze der Retinula sich erstreckt. Eine zweite Pigmentzellenschicht liegt oberhalb der Kerne der Retinulazellenlage und eine dritte Schicht umgiebt die basalen Enden der Retinulazellen. Die Nervenfasern, in dicker Lage zwischen den centralen Enden der Retinula und der Kapsel gelegen, treten an die Sinneszellen heran.

Die viellinsigen, facettirten oder zusammengesetzten Augen.

Diese Organe haben stets deutliche Retinulabildung. Zu jeder Retinula gehört eine Gruppe von Hypodermiszellen, meist vier an Zahl, die einen Kegel bilden, welcher sich mit seiner Spitze nach der Retinula, mit der Basis nach aufsen kehrt. Man nennt diese Zellen Krystallzellen. Sie bilden in erster Linie die Corneafacetten, also die Corneae für die einzelnen Retinulagruppen, aus denen ein Auge besteht. Jede dieser Gruppen wird durch die zugehörige Cornea zu einem kleinen Auge, Einzelauge oder Ommatidium genannt; ohne die Cornealinse nennt man die Retinulagruppe mit den Krystallzellen etc. Ommateum. Eine weitere Funktion der Krystallzellen besteht häufig darin, dafs sie in ihrem Innern durchsichtige, stark lichtbrechende Körper absondern, welche ein kegelförmiges Gebilde darstellen, den sogenannten Krystallkegel. Je nach dem Vorhandensein oder Fehlen des Krystallkegels werden die zusammengesetzten Augen der Arthropoden eingeteilt. Man unterscheidet also:

Acone Augen, Augen ohne Krystallkegel. Sie finden sich bei den meisten Käfern, den Heteropteren, den langflügeligen Dipteren und den Ohrwürmern.

Pseudocone Augen. Hier scheiden die Krystallzellen ein lichtbrechendes Medium aus, das nicht mit dem typischen Krystallkegel identifiziert werden darf und daher Pseudoconus genannt wird. Solche Augen sind nur bei den kurzflügeligen Dipteren vorhanden.

Eucone Augen. Dieselben enthalten echte Krystallkegel. Sie sind bei den meisten Crustaceen, den Schmetterlingen, den pentameren Käfern und den bei den vorigen Gruppen nicht erwähnten Insekten vorhanden.

Die Rhabdome sind teils farblos und stabförmig oder spindelförmig, teils gefärbt und spindelförmig. Im allgemeinen kann man sagen, dafs die lichtscheuen Arthropoden gefärbte (rote) und spindelförmige Rhabdome, sowie harte Krystallkegel, die anderen dagegen farblose Rhabdome und weichere Krystallkegel besitzen.

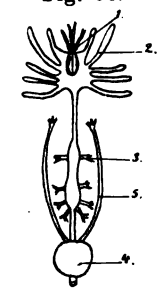
Die einzelnen Elemente der verschiedenen Augenformen der Arthropoden sind nichts anderes, als Differenzierungsprodukte der Hypodermis, i. e. des Körperepithels.

Fragen wir, wie sich das zusammengesetzte Auge aus dem Stemma herausgebildet hat, so kann z. Z. die Antwort nur hypothetisch lauten, da die phylogenetischen Beziehungen noch nicht völlig klar erkannt sind, die Entwicklungsgeschichte der einzelnen Augen noch nicht detailliert genug untersucht ist und vor allem auch der Umstand Schwierigkeiten bereitet, dafs bei manchen Individuen zwei oder mehr verschiedene Augenformen gleichzeitig angetroffen werden. Die meiste Wahrscheinlichkeit hat die Ansicht Grenachers, nach welcher ein einlinsiges Urauge vorauszusetzen ist, das nur aus wenigen Zellen bestanden hat, welche etwa mit einer Retinula vergleichbar wären. Haben sich die zelligen Elemente vermehrt, die Linse aber nicht, so ist daraus das unicorneale Tracheatenauge, das Stemma, entstanden, vermehrten sich hingegen die Uraugen, so resultierte das multicorneale oder viellinsige Facettenauge.

Ernährungssystem. Der Mund ist stets am Kopfe zwischen den Mundwerkzeugen gelegen, der After am letzten Abdominalsegmente. Die Skorpione und Tarantelspinnen unter den Arachnoïdeen haben einen überall gleichweiten, einfachen Darmkanal. Der Darmkanal der übrigen Arachnoïdeen und der der Tardigraden ist entweder unregelmäfsig eingeschnürt oder besitzt magenartige Erweiterungen.

An ihm sitzen blindsackförmige Anhänge; er geht in einen kurzen und engen Enddarm über, der sich vor der Afteröffnung zu einem blasenartigen Mastdarme erweitert. Die Blindsäcke der Pycnogoniden erstrecken sich bis in die Kieferhöhlen. Am Darmkanale der Insekten sind drei Schichten zu unterscheiden, eine äufsere Peritoneal-, eine mittlere Muskel- und eine innere Epithelschicht. Die einzelnen Abteilungen des Darmkanales, die man erkennen kann, haben eine verschiedenartige Funktion; dabei ist der Darmkanal der pflanzenfressenden Insekten komplizierter als der der fleischfressenden. Auf den Pharynx folgt meist der Kropf (Ingluvies), an welchen sich der Kaumagen (Proventriculus) anschliefst; letzterer besitzt bei Orthopteren, Coleopteren und Neuropteren auf seiner Innenfläche verschiedenartig gestaltete, gezähnte Vorsprünge. Bei den saugenden Insekten folgt auf die Speiseröhre (Oesophagus) ein dünnwandiger Saugmagen. Der letztere oder der Kaumagen führen in den eigentlichen Magen (Chylusmagen, Ventriculus), in welchem die Verdauung hauptsächlich erfolgt. Der sogenannte Dünndarm ist nur ausführender Abschnitt, aber nicht an der Verdauung beteiligt.

Fig. 52.



Darmkanal von Mygale; (règne animal).
1 = Gehirnganglion;
2 = Anhangsschläuche des Magens;
3 = Lebergänge;
4 = Rectum;
5 = Malpighi'sche Gefäfse.

Die Verdauungsdrüsen. Bei Spinnen und Tardigraden findet sich gewöhnlich 1 Paar Speicheldrüsen, welche in die Mundhöhle oder, bei Skorpionen, in den Pharynx münden. Die Insekten haben häufig 2 oder 3 Paar Speicheldrüsen, deren Bau vielfach an den der acinösen Drüsen der höheren Vertebraten erinnert. Auch bei den Myriopoden sind mehrere Speicheldrüsen vorhanden.

Am Mitteldarme der Myriopoden finden sich kurze, in die Leibeshöhle hineinragende Schläuche, welche als Leber betrachtet werden; das gleiche Verhalten zeigen manche Orthopteren. Der sogenannte Fettkörper der Araneen und Scorpioniden, der vielfache Ausführungsgänge zum Darme besitzt, ist wahrscheinlich als Leber (Hepato-

pancreas) zu deuten, während der Fettkörper der Insekten wirklich Fett enthält; bei manchen Käfern ist letzterer Sitz des Leuchtens.

Cirkulations- und Atmungssystem. Als Centralteil des Cirkulationssystemes fungiert bei Myriopoden, Arachnoideen und Insekten ein röhrenförmiges Gebilde, das Rückengefäfs, das über dem Darme gelegen ist und in der Längsrichtung verläuft. Für gewöhnlich wird dasselbe von 8 mit einander in Verbindung stehenden Kammern gebildet, deren jede eine rechte und eine linke Spalte (Ostium) hat. Klappenartige Bildungen können einen Verschlufs der Spalten herbeiführen und so ein Regurgitieren der farblosen Blutflüssigkeit verhüten. Aus der letzten Kammer entspringt eine einfache oder sich teilende Arterie. Durch besondere Muskeln wird das in einem Hohlraume, dem Pericardialsinus, liegende Rückengefäfs an der Leibeswand festgehalten. Nach unten trennt ein Septum den Hohlraum vom Darme; dasselbe wird durch die horizontal angeordneten, konstant vorkommenden Flügelmuskeln gebildet. Durch Kontraktion dieser Muskeln tritt das Blut aus dem Körper in das Rückengefäfs, woselbst infolge des Tracheenreichtums des umgebenden Hohlraumes hauptsächlich die Atmung stattfindet. Die Myriopoden besitzen ein den ganzen Körper durchziehendes Gefäfs, dessen Kammern und Flügelmuskelpaare in derselben Zahl wie die Metameren vorhanden sind. Nur die Scorpioniden haben ein geschlossenes Gefäfssystem.

Fig. 53.

Herz und Gefäfsstämme von Lycosa in dorsaler Ansicht; nach Claparède.

Die Atmungsorgane der Arachnoiden, Myriopoden und Insekten sind Luftröhren (Tracheen); die Tardigraden, Pycnogoniden und manche Acarinen haben überhaupt keine Atmungsorgane. Am besten ausgebildet sind die Tracheen der Insekten. Der Bau dieser Gebilde, der überall, sowohl an den gröfseren Stämmen wie auch in den feinen Verzweigungen, der gleiche ist, zeigt folgendes Detail. Das cylindrische Rohr besteht aus einer äufseren Haut, einer mittleren Hypodermisschicht und einer inneren Chitinhaut. In der letzteren findet sich eine ringförmige oder spiralige Verdickung, der Spiral-

faden. Sogenannte Kiementracheen finden sich bei einigen im Wasser lebenden Larven. Die häufigste Tracheenform (Lungentrachee) ist diejenige, bei der die Äste durch besondere Atemlöcher (Stigmata, Spiracula) nach aufsen münden. Diese Löcher können oft willkürlich geöffnet und geschlossen werden; das Öffnen geschieht durch federnde Chitinbögen, das Schliefsen durch Muskeln.

Die sogenannten Lungen der Scorpioniden, Phryniden und Araneen sind eine Modifikation der Tracheen. Dieselben sind sackartige Gebilde, die aus hohlen Lamellen bestehen, welche wie Blätter eines Buches neben einander liegen und durch sogenannte Trabekel unter einander verbunden sind. Dieselben, 8 bei den Scorpioniden, 4 bei den Phryniden und Mygaliden, 2 bei den anderen Araneen, liegen paarig in den Hinterleibssegmenten und münden je durch ein Stigma nach aufsen. Einen Spiralfaden besitzen die Lungen nicht.

An die Atmungsorgane seien die tonerzeugenden Apparate angefügt. Die Töne werden entweder nur durch das schnelle Schwingen der Flügel hervorgebracht, oder durch die Bewegungen blattförmiger Anhänge in den Tracheen oder endlich dadurch, dafs besondere Leisten (Schrillleisten) oder stark entwickelte Rippen vorhanden sind, über welche andere Körperteile (Beine, Flügel) fiedelbogenartig gestrichen werden. Die Resonnanz wird auf verschiedenem Wege hergestelllt. Diese Bildungen nennt man Stridulationsapparate.

Harn- und Geschlechtssystem. Hinter dem Chylusmagen ist bei den Insekten eine Anzahl feiner Schläuche gelegen, die bald allein, bald vereinigt in den Darmkanal einmünden. Dieselben heifsen Malpighi'sche Gefäfse; ihre Funktion ist die der Harnabsonderung.

Hieran seien noch einige besondere Drüsenapparate angeschlossen.

Bei Spinnen finden sich die sogenannten Spinndrüsen. Das sind drüsige Gebilde, die zwischen den Eingeweiden des Hinterleibes liegen und auf 6 oder 4 Spinnwarzen nach aufsen münden. Die Warzen werden von den Spulen oder Spinnröhren genannten Ausführungsgängen überragt; der Spinnfaden ist aus soviel einzelnen Strängen zusammengesetzt, als Spulen vorhanden sind.

Bei vielen Arachnoideen kommen faden- oder schlauchförmige Giftdrüsen vor, die meist in die hohlen Klauenfühler einmünden. Die Giftdrüse der Skorpione findet sich im letzten Schwanzsegmente.

Bei den Insekten kommen verschiedenartige Drüsen vor. Die Rectaldrüsen sind Längswülste, 4, 6 oder mehr an Zahl, welche in der Wandung des Rectum (Mastdarmes) sich finden. Die kurz vor der Afteröffnung gelegenen beiden Analdrüsen sondern ein übelriechendes, ätzendes Sekret ab. Ebenfalls stark riechende Sekrete liefern die Glandulae odoriferae, die unter der Haut liegen. Der Gestank der Wanzen rührt von einer unpaaren Drüse im Methatorax her, die in einer Öffnung zwischen den Hinterbeinen mündet.

Einzellige Hautdrüsen sondern ölige Flüssigkeiten ab, durch welche die Gelenke biegsam erhalten werden.

Die Wachsdrüsen sind Schläuche in der Haut, deren fädiges oder flockiges Sekret den Leib umhüllt (Wolle der Pflanzenläuse).

Die Insektenlarven haben Spinndrüsen, welche das Gewebe der Cocons liefern. Manchmal münden dieselben als langgestreckte Schläuche hinter dem Munde (Sericterien) und sind dann mit den Speicheldrüsen zu parallelisieren.

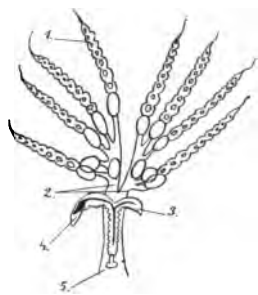
Bei den Weibchen der Hymenopteren sind Giftdrüsen in Form zweier einfacher oder verästelter Schläuche vorhanden, die ein Ameisensäure haltiges Sekret absondern. Hier findet sich auch ein Giftstachel.

Dis Geschlechtsorgane. Die Arachnoideen sind, mit Ausnahme der Tardigraden, getrennt geschlechtlich. Die Ovarien sind paarig. In die Vagina münden vielfach die Ausführungsgänge zweier Schläuche, die man als Receptacula seminis betrachtet. Eine Legeröhre findet sich nur bei den Phalanginen. Die männlichen Geschlechtsorgane der Arachnoideen, die Hoden, sind an Zahl und Form veränderlich; die Vasa deferentia, mit denen sich meist Anhangsdrüsen verbinden, deren Sekret zur Bildung von Spermatophoren dient, münden zwischen den Lungen an der Basis des Hinterleibes. Nur bei wenigen Gruppen ist ein Penis vorhanden; bei den meisten funktionieren die besonders gestalteten Palpen als Begattungsorgane.

Bei den Myriopoden sind gleichfalls die Geschlechter getrennt. Der weibliche Geschlechtsapparat der Chilognathen wird von 2 Ovarien gebildet; die paarigen Geschlechtsöffnungen stehen unmittelbar hinter dem zweiten Fufspaare. Das Ovarium der Chilopoden ist einfach und oberhalb des Verdauungskanales gelegen. Die männlichen Geschlechtsorgane der Myriopoden sind sehr verschiedenartig gestaltet. Julus z. B. hat eine gröfsere Zahl in zwei Reihen angeordneter Hodenbläschen, die in zwei quer anastomosierende Vasa deferentia übergehen; Glomeris hat 2 Hoden, Lithobius nur einen Hoden, aber ein Paar Nebenhoden. Die Chilognathen besitzen ein zu einem Begattungsapparate umgewandeltes Fufspaar, die Chilopoden dagegen entbehren eines besonderen Begattungsorganes, hier werden die Spermatozoën in Spermatophoren vereinigt.

Bei den Insekten treffen wir folgende Verhältnisse. Die Geschlechtsorgane der stets getrennt geschlechtlichen Tiere entwickeln sich in den Puppen, sind jedoch schon bei den Raupen erkennbar. Sie münden bei Männchen wie bei Weibchen mit einer unpaaren Öffnung ventralwärts im Hinterleibe, in dem sie gelegen sind, dicht vor dem After. Die Ovarien, die paarig vorhanden sind (rechts und links je eines), bestehen aus zahlreichen Schläuchen, den Eiröhren, die sämtlich in den oberen Teil des paarigen Eileiters sich einsenken. Beide Oviducte legen sich an ihrem unteren Ende zum unpaaren sogenannten Eiergange aneinander; der untere Abschnitt des letzteren heifst Scheide und öffnet sich nach aufsen. Am Eiergange sitzen vielfach Drüsen (Kittdrüsen), deren Sekret zur Anheftung der Eier dient. An der Scheide sind häufig die Samentaschen, deren Zahl zwischen 7 und 3 schwankt, vorhanden, unter denen sich noch eine sackförmige Bildung, die Bursa copulatrix, befindet, welche zur Aufnahme des Penis dient. An der äufseren Geschlechtsöffnung findet sich,

Fig. 54.



Weibliche Geschlechtsorgane von einem Floh; (aus Leunis).

1 = Eiröhren mit Eiern; 2 = Eileiter; 3 = Anhangsdrüse; 4 = Samentasche; 5 = Scheide.

wo er vorhanden, der Legebohrer (Legesäbel etc.). Auch die Hoden werden von zahlreichen Schläuchen gebildet, die sich zu einem anscheinend einfachen, runden Organe aufknäueln. Die Vasa deferentia, häufig zu einer Vesicula seminalis an ihrem unteren Ende erweitert, vereinigen sich, wenn auch nicht bei allen Gruppen, zu einem unpaaren, stark muskulösen Gange, dem Ductus ejaculatorius. Einige Schleimdrüsen, die Anhangsgebilde der männlichen Generationsorgane sind, dienen zur Bildung der Spermatophoren.

Fortpflanzung und Entwicklung. Über die Einzelheiten der Ontogenie sind die einschlägigen Lehrbücher zu konsultieren. Hier sei nur das bemerkt, dafs die Entwicklungsgeschichte deutlich die Entstehung der Mundwerkzeuge aus Extremitätenanlagen lehrt.

Die Eier der Arachnoideen sind häufig von sackähnlichen Gespinsten umgeben, zuweilen werden die Eier von den Weibchen bis zum Ausschlüpfen der Jungen herumgetragen. Einige Acarinen, die Phryniden und die Skorpione gebären lebendige Junge. Bei Linguatuliden und Acarinen ist eine Metamorphose vorhanden, bei den übrigen findet sich direkte Entwicklung. Der Körper des Embryo zeigt eine reichlichere Gliederung, als der des erwachsenen Tieres.

Bei den Myriopoden, bei denen die Eier in Haufen abgelegt werden, kommt entweder eine direkte Entwicklung vor — die Jungen gleichen den Eltern hinsichtlich der Metameren — oder die Entwicklung ist indirekt — die Jungen haben weniger Metameren als die Alten. Im letzteren Falle wird die gleiche Metamerenzahl erst nach mehrfachen Häutungen erreicht.

Bei den Insekten giebt es einige Gruppen, welche lebendige Junge zur Welt bringen (manche Musciden, einige Coleopteren und Aphiden). Parthenogenesis kommt gelegentlich (z. B. bei Bombyx) oder ständig vor (Psyche, Solenobia, Blattläuse, Schildläuse, Bienen, Gallwespen und Blattwespen). Die anderen Insekten legen Eier, die ausschlüpfenden Jungen durchlaufen eine mehr oder minder komplizierte Metamorphose. Ist kein Puppenstadium vorhanden, so heifst die Metamorphose unvollkommen, die Jungen Ametabole oder Hemimetabole, bei Vorhandensein eines Puppenstadium spricht man von vollkommener

Metamorphose, die Jungen sind Metabole. Coleopteren, Hymenopteren, Lepidopteren, Dipteren, Neuropteren und Strepsipteren haben eine vollkommene, die übrigen Gruppen eine unvollkommene Metamorphose. Das aus der Puppe oder der Larve ausgeschlüpfte Insekt wird Imago genannt. Haben die Larven einen deutlichen Kopf und sechs Brustbeine, so heifsen sie eigentliche Larven; ist der Kopf undeutlich und fehlen die Beine, wie bei den Fliegenlarven, so nennt man sie Maden; von Raupen (bei den Lepidopteren) spricht man, wenn ein deutlicher Kopf, 6 Brustbeine und höchstens 10 Stummelbeine entwickelt sind; sind mehr Stummelbeine an den hinteren Segmenten vorhanden, so werden die Larven Afterraupen genannt. Je nach der Form, welche die häufig in Cocons eingeschlossenen Puppen haben, unterscheidet man 3 Gruppen derselben: a) Pupa libera; die Gliedmafsen stehen frei vom Rumpfe ab (Coleoptera, Hymenoptera); b) Pupa obtecta; die Gliedmafsen liegen dem Rumpfe dicht an und werden von der harten Puppenhaut bedeckt (Lepidoptera); c) Pupa coarctata; hier ist kein Cocon vorhanden, sondern die letzte Larvenhaut umschliefst tonnenförmig die Puppe (Diptera).

Von besonderem Interesse ist die Fortpflanzung der Blattläuse und der Rindenläuse.

Bei den Aphiden kommen aus den im Herbste gelegten befruchteten Dauer- (Winter-)eiern im Frühjahre nur Weibchen. Diese pflanzen sich parthenogenetisch fort und erst die letzte Generation enthält die Geschlechtstiere. Die parthenogenetischen Weibchen sind lebendig gebärend.

Bei den Rindenläusen (Chermes), deren Männchen bis vor kurzem unbekannt waren, sind die Verhältnisse sehr kompliziert. Eine ungeflügelte Generation von Weibchen von Chermes abietis (Generation I) überwintert auf der Fichte. Im Frühjahre legt sie parthenogenetisch Eier, aus denen geflügelte Weibchen (Generation II) ausschlüpfen, von denen ein Teil von der Fichte auf die Lärche fliegt. Diese bringen parthenogenetisch ungeflügelte Weibchen hervor (Generation III), die auf der Lärche überwintern. Im Frühlinge des nächsten Jahres werden durch Parthenogenese Eier gebildet, aus denen geflügelte Weibchen (Generation IV) ausschlüpfen, die auf die Fichte zurückfliegen und hier parthenogenetisch die V. Generation er-

zeugen, die nunmehr aus Männchen und Weibchen besteht. Die befruchteten Eier dieser Generation werden zu den ungeflügelten Weibchen, von denen wir ausgingen. Was aus dem Teile der geflügelten Weibchen wird, die nicht die Wanderung auf die Lärche mitgemacht haben, ist zur Zeit noch nicht klar gestellt.

Phylogenie. Der Übergang von den Anneliden zu den Tracheaten wird vermittelt durch die Onychophoren (Peripatus), die deswegen auch Protracheata genannt werden. Die Organisation derselben sei daher hier kurz besprochen. Der Körper ist wurmförmig und besteht aus 14—42 Segmenten, die alle, aufser dem letzten, je ein Paar stummelförmiger, in 2 Klauen ausgehender Füfse tragen. Die Extremitätenanlage des ersten Rumpfsegmentes bildet das einzige Kieferpaar. Die Stränge des Bauchmarkes sind weit auseinander gerückt, die Ganglienbildung ist undeutlich. Der Darm ist gerade; der After liegt im letzten Segmente. Malpighi'sche Gefäfse fehlen, dafür sind segmental angeordnete Organe vorhanden, die den Segmentalorganen der Würmer gleichen und an den Basen der Füfse münden. Die Tracheenstigmen finden sich über der ganzen Körperoberfläche und leiten in eine kurze Trachea, von der aus sehr lange Tracheen büschelförmig entspringen. Das Rückengefäfs erstreckt sich durch die ganze Länge des Körpers und hat paarige, segmental gruppierte Ostien. Die Geschlechter sind getrennt; die Geschlechtsöffnung liegt beim Männchen wie beim Weibchen auf der ventralen Fläche zwischen dem letzten Beinpaare. Die Eier durchlaufen die Entwicklung im Uterus; als besonderes Ernährungsorgan derselben ist eine Art von Placenta vorhanden.

VII. Typus. **Mollusca, Weichtiere.**

Die Mollusken sind bilateral-symmetrische oder gestört symmetrische Tiere, an denen weder eine äufsere noch eine innere Metamerie vorkommt. Ein wahres äufseres oder inneres Skelet fehlt. Der Körper ist meist von einem Mantel umgeben, der gewöhnlich ein kalkiges Gehäuse absondert. Geschlechter getrennt oder Hermaphroditen.

System.

I. Klasse. Solenogastres.

Der Körper dieser kleinen Tiere ist wurmförmig; Mantel, Schale und Fuſs fehlen; die Haut enthält Kalkspicula; eine Radula ist vorhanden; Hermaphroditen; Meeresbewohner. Die Solenogastres stehen dem Urmollusk sehr nahe.

Proneomenia Sluiteri; Neomenia carinata; Chaetoderma nitidulum.

II. Klasse. Acephala (Lamellibranchiata), Muscheln.

Die Muscheln haben keinen Kopf, keine Kauwerkzeuge; der Mantel bildet eine Schale, deren beide Hälften (Klappen) den Seiten des Tieres entsprechen; am Rücken der Schale ein Schloſs und ein elastisches Band; im Mantelraume 2 Paar blattförmiger Kiemen; ventral ein muskulöser Fuſs, der bei der ersten Ordnung zurückgebildet ist; Herz vom Darmkanale durchbohrt; getrennt geschlechtlich, selten Hermaphroditen. Im Meere und im süſsen Wasser.

1. Ordnung. Ostreacea; ein groſser Schlieſsmuskel; Mantel völlig gespalten, am Rande mit Tentakeln und (bei Pecten und Spondylus) mit Augen besetzt; Schalenband ganz oder zum Teil innen gelegen; Schalen, mit Ausnahme von Lima, ungleichklappig; Meeresmuscheln.

Anomia; Ostrea (O. edulis, Auster); Lima; Pecten (mit zahlreichen Augen); Spondylus (mit zahlreichen Augen); Malleus; Meleagrina (M. margaritifera, echte Perlenmuschel).

2. Ordnung. Arcacea; Schloſs gezahnt; Schalen gleichklappig; im Mantelrande keine Tentakel, aber Augen; nur Arca diluvii und Nucula ohne Augen; leben im Meere.

Arca; Pectunculus; Nucula.

3. Ordnung. Mytilacea; Schalen gleich; Schloſs glatt.

Mytilus (M. edulis, eſsbare Miesmuschel); Lithodomus; Pinna; Modiola.

4. Ordnung. Unionacea (Najades); Schalen gleichklappig; im süſsen Wasser.

Anodonta; Unio; Margaritana margaritifera, Flufsperlenmuschel.

5. Ordnung. Lucinacea; Schale kreisförmig; Schlofs mit 1 oder 2 Zähnen; ein Sipho (anal); im Meere.

Cardita; Lucina; Astarte, etc.

6. Ordnung. Chamacea, Gienmuscheln; Schalen ungleichklappig; Schlofszähne stark entwickelt; Mantel verwachsen bis auf drei Öffnungen: den Fufsschlitz, den Atemsipho (ventral) und den Analsipho (dorsal); im Meere.

Tridacna gigas, etc.

7. Ordnung. Veneracea; Siphonen getrennt, kurz; im Meere und in süfsem Wasser.

Cardium; Venus; Cyclas (im süfsen Wasser), etc.

8. Ordnung. Tellinacea; Siphonen lang, getrennt.

Tellina; Psammobia, etc.

9. Ordnung. Myacea; Siphonen völlig oder zum Teil verwachsen; Schalen hinten klaffend; im Meere.

Solen; Solecurtus; Mya, etc.

10. Ordnung. Pholadacea (Tubicolae); Siphonen lang, verwachsen; Kiemen in die Siphonen reichend; Fufs klein; Schale klein; im Meere.

Teredo (bohrt Holz an); Pholas (besitzt im Atemsipho Mucindrüsen, deren Sekret leuchtet.)

Ordnung 1 als Monomyaria den übrigen, die Dimyaria heifsen, entgegengestellt. Ordnung 1 bis 4 als Asiphonia, 5 bis 10 als Siphoniata zusammengefafst.

III. Klasse. Scaphopoda.

Bilateral-symmetrische Tiere ohne Kopf; kein Herz; keine Augen; Fufs dreilappig; Mantel röhrenförmig; mit Radula; getrennt geschlechtlich; im Meere.

Dentalium.

IV. Klasse. Gastropoda (Cephalophora), Schnecken.

Der der Anlage nach symmetrische Körper wird unsymmetrisch; Kopf mit 2 oder 4 Fühlern; in der Mundhöhle eine gezähnte Platte (Radula oder Zunge); am Bauche ein Kriechfufs.

1. Ordnung. Opisthobranchiata, Hinterkiemer; Kiemen mit Herzarterie und Vorkammer hinter der Kammer gelegen; Hermaphroditen; Meerestiere.

1. Gruppe. Notobranchia (Gymnobranchia), Nacktkiemer. Atmungsorgane frei auf dem Rücken, oder durch die Haut repräsentiert; ohne Gehäuse.

Aeolis; Doris; Tethys, etc.

2. Gruppe. Pleurobranchia, Seitenkiemer, Deckkiemer. Atmungsorgane unter dem Mantelrande; mit Kalkdeckel.

Aplysia; Pleurobranchus, etc.

2. Ordnung. Pteropoda, Ruderschnecken; Kopf mehr oder weniger undeutlich; vorn 2 seitliche Flossen; zwischen denselben das Fufsrudiment; Meerestiere.

1. Gruppe. Gymnosomata; ohne Mantel; ohne Schale; Flossen und Fufs getrennt.

Clio, etc.

2. Gruppe. Thecosomata; mit Mantel und Schale; Flossen verwachsen.

Cymbulia; Hyalea, etc.

3. Ordnung. Pulmonata, Lungenschnecken; luftatmende Tiere; nackt oder mit Gehäuse; Hermaphroditen; leben auf dem Lande oder im süfsen Wasser.

1. Unterordnung. Basommatophora; Augen an der Basis der zwei Fühler; Kiemenhöhle ohne Kiemen; zur Luftatmung eingerichtet; Wasserlungenschnecken.

Limnaeus; Planorbis.

2. Unterordnung. Stylommatophora (Helicidae); Augen an der Spitze der beiden hinteren Fühler; Lungenhöhle ein erweiterter Abschnitt des Harnleiters resp. der Kloake; daher auch Nephropneusta genannt; Landschnecken.

Arion; Limax; Helix, etc.

4. Ordnung. Prosobranchiata, Vorderkiemer; Atemorgane und Vorkammer vor der Herzkammer gelegen; Mund in eine Schnauze oder einen Rüssel verlängert; Geschlechter getrennt.

1. Unterordnung. Zygobranchia; 2 Kiemen (eine rechte und eine linke); Analmündung zwischen beiden; Herz vom Mastdarme durchbohrt; 2 Vorkammern.

Haliotis; Fissurella.

2. Unterordnung. Cyclobranchia (Docoglossa); Kiemenblätter kranzförmig am oberen Fufsrande; Radula mit balkenartigen Hornplatten.

Patella.

3. Unterordnung. Anisobranchia (Ctenobranchia); linke Kieme verkümmert; rechte Kieme nach links gewandert, kammförmig.

a) Rhipidoglossa, Fächerzüngler; Zunge aus mehr als 7 Längsreihen von Zähnchen gebildet; jede Querreihe derselben mit schmalen, fächerartig geordneten Blättchen.

Trochus; Nerita.

b) Taenioglossa, Bandzüngler; Zunge lang und schmal, mit einer Mittelreihe von Zähnen und jederseits 3 Reihen Haken.

Natica; Rissoa; Paludina (im süfsen Wasser), etc.

c) Toxoglossa, Pfeilzüngler; Zunge mit 2 Reihen langer, mit Widerhaken versehener Zähne.

Conus, etc.

d) Rachioglossa, Schmalzüngler; Radula lang und schmal, mit 3 Reihen Platten.

Nassa; Murex, etc.

e) Neurobranchiata; Kieme geschwunden; an der Decke der Atemhöhle ein Gefäfsnetz zur Luftatmung.

Cyclostoma (im süfsen Wasser).

5. Ordnung. Heteropoda, Kielfüfser; Kopf mit den Sinneswerkzeugen sehr ausgebildet; vorderer Teil des Fufses zu einer senkrechten Flosse umgewandelt.

Pterotrachea; Carinaria, etc.

6. Ordnung. Placophora; wurmförmige Tiere; Kopf nicht deutlich abgesetzt; dorsal mit mehreren hintereinander gelagerten Kalkplatten bedeckt; paarige Nieren; zahlreiche paarige Kiemen.

Chiton.

V. Klasse. Cephalopoda, Kopffüfser, Tintenfische.

Kopf deutlich ausgeprägt; um den Mund herum Arme, die zum Greifen, zur Bewegung und zum Tasten dienen; Geschlechter stets getrennt.

1. Ordnung. Tetrabranchiata; 4 Kiemen vorhanden; zahlreiche retraktile Arme; sie besitzen eine gekammerte Schale.

Lebend: Nautilus; die anderen Formen fossil.

2. Ordnung. Dibranchiata; 2 Kiemen vorhanden; Arme mit Saugnäpfen; besonders charakteristisch ist der Tintenbeutel.

1. Unterordnung. Decapoda, Zehnfüfser; 10 Arme, darunter ist ein Paar länger und zurückziehbar; Saugnäpfe nur am Ende der Arme.

1. Fam. Belemnitidae; nur fossil.

2. Fam. Oegopsidae; Linse des Auges freiliegend. Onychoteuthis, etc.

3. Fam. Myopsidae; Linse infolge der geschlossenen Cornea bedeckt.

Loligo; Sepiola; Sepia (S. officinalis, Tintenfisch), etc.

2. Unterordnung. Octopoda, Achtfüfser; 8 gleichmäfsige Arme, die an der Basis durch eine Haut verbunden sind.

Argonauta (Weibchen mit äufserer Schale); Octopus; Eledone, etc.

Die Orientierung eines Schneckenkörpers ist leicht, da durch den Kopf die vordere und durch den Fufs die ventrale Region angegeben ist. Weniger leicht ist dagegen die Orientierung einer Muschel und eines Cephalopoden. Bei einer Muschel mufs man so verfahren, dafs man das Tier mit der Schalenöffnung nach unten derartig vor sich hinstellt, dafs der Mund nach vorn und (bei den Siphoniaten) die Siphonen nach hinten, also dem Betrachter zugewendet sind. Dann ist die der eigenen rechten Seite entsprechende Schale die rechte, die andere die linke Schale, und die Organe, die am Rücken verwachsen sind, nämlich Mantel und Kiemen, hängen wie die Blätter eines Buches zu beiden Seiten herab. Ein Cephalopodenkörper ist so zu orientieren, dafs man ihn auf den Mund stellt. Der Mund ist dann nach vorn, der After nach hinten gerichtet; die bei gewöhnlicher Lage des Tieres nach oben sehende, die sogenannte Rückenfläche, entspricht der vorderen, die entgegengesetzte Fläche, bei gewöhnlicher Lage die untere, der hinteren Fläche und die spitze Wölbung ist der Rücken des Tieres.

Haut- und Hautskeletsystem. Die Haut aller Mollusken besteht aus einem in einfacher Schicht angeordneten Epithel, das bei den Gastropoden und vielen Acephalen wimpert. In der Epithelschicht sind indifferente Zellen, Pinselzellen und Becherzellen vorhanden. Die letzteren sind einzellige Drüsen, die Pinselzellen sind die Organe des Tastsinnes. Unter dem Epithel, in der Cutis, liegt ein Muskelnetz, das die hohe Kontraktilität des Molluskenkörpers bewirkt. Bei den Cephalopoden ist unter der Faserschicht der Cutis eine Schicht von Farbzellen, Chromato-

phoren, vorhanden. Die einzelnen derselben werden von einer elastischen Membran umhüllt, an die sich Muskelfasern inserieren, deren Kontraktion die Veränderung der Farbennüance bewirkt, die bei jeder Gemütsaffektion der Tiere eintritt. Durch Kontraktion der Muskeln werden die Chromatophoren sternförmig, durch Relaxation rund. Unter den Chromatophoren liegt die sogenannte Flitterschicht; die Interferenzfarben der Flittern sind die Ursache des metallischen Glanzes der Haut.

Die meisten Mollusken besitzen grofse Hautfalten, die den ganzen Körper oder doch den gröfsten Teil desselben mantelartig umhüllen und daher auch Mantel genannt werden. Der Mantel sezerniert oft ein kalkiges Gehäuse, in welchem das Tier entweder vollständig drin steckt, oder in das es sich zurückziehen kann. Bei den Acephalen hängen die Mantelblätter am Rücken zusammen, während sie ventral entweder ganz getrennt sind oder einen verschiedenartigen Grad der Verwachsung darbieten; häufig sind nur ein Schlitz für den Fufs und nach hinten die Siphonalöffnungen vorhanden. Von den beiden Siphonen ist der ventrale der Atemsipho, der dorsale der Analsipho. Der Mantel der gehäusetragenden Gastropoden hat nach oben (dorsalwärts) eine sackförmige Ausstülpung für die Eingeweide und in der Nackengegend eine Höhlung für die Atmungsorgane. Die Gymnobranchia besitzen nur im Stadium larvatum, während dessen sie eine Schale tragen, einen Mantel. Der Mantel der Cephalopoden endlich liegt am Rücken (die Bezeichnung von der gewöhnlichen Haltung des Tieres im Wasser gewählt) und vorn fest an und ist mit der Haut und der Hautmuskulatur verwachsen, während er nach hinten zu einen tiefen Sack bildet, in welchem die Kiemen liegen.

Mit der Körperdecke in Zusammenhang steht der Fufs, der durch stärkere Entwicklung des Hautmuskelschlauches an der Ventralseite sich bildet und mehr oder weniger deutlich sich absetzt. Der Fufs der Gastropoden, von dem bei der Betrachtung auszugehen ist, ist ein medianes, unpaares Gebilde und heifst Protopodium. Überall da, wo im Larvenstadium eine Schale auftritt, trägt der Fufs den Deckel. Häufig kann man an ihm 3 hintereinander gelegene Abschnitte (Propodium, Mesopodium und Metapodium) unterscheiden. Zuweilen wird er in der Mitellinie reduziert und

es bilden sich gleichzeitig rechts und links je ein Lappen, Epipodium genannt. Ein Homologon des Fufses ist der zipflige Anhang der Pteropoden, der bei Cleodora und Hyalea als Mittellappen mit den Flossen verschmilzt. Dem Kielfufse der Heteropoden, der als eine sekundäre Bildung erscheint, geht in der Entwicklung ein Protopodium voraus. Der Fufs der Acephalen, meist keilförmig von Gestalt und bei manchen Familien eine Drüse, die Byssusdrüse, enthaltend, durch deren Sekret, den Byssus, die Tiere sich festheften, besitzt, wie neuere Untersuchungen unzweifelhaft dargethan haben, vielfach einen epipodialen Anhang. Aus der Mantelhöhle der Cephalopoden ragt ventral der Trichter heraus, dessen äufsere Öffnung eng ist, während die in der Mantelhöhle liegende innere weit ist. Der Trichter ist homolog mit dem Fufse der Gastropoden, denn die Lappen, durch deren Verschmelzung bei den Dibranchiaten der Trichter entsteht, sind Epipodien; bei den Tetrabranchiaten kommt es nicht zu einer Verwachsung der Seitenlappen, hier wird vielmehr der Trichter durch Übereinanderlagerung der freien Ränder der Epipodien dargestellt. Die Arme der Cephalopoden sind Bildungen besonderer Art.

Die Gehäuse und Schalen, welche sich bei den meisten Mollusken finden, sind, wie bereits erwähnt, Erzeugnisse des Mantels und sind häufig mit einer Haut, der Epicuticula oder dem Periostracum, bedeckt. Diese Bildungen bestehen aus einer organischen Grundsubstanz, dem Conchiolin, und aus eingelagertem kohlensaurem Kalk. Häufig ist der Zusammenhang des Tieres mit dem Gehänse oder den Schalen nur auf einige Punkte beschränkt (Muskelansätze, Mantelrand), die sich dann als besondere Eindrücke kenntlich machen. Die Schalen und Gehäuse sind einkammrig, nur Nautilus hat ein vielkammriges Gehäuse. In der vordersten Kammer findet sich bei letzterer Gattung das Tier; sie heifst deshalb Wohnkammer; in den hinteren Kammern ist Luft, sie heifsen Luftkammern. Der sogenannte Sipho von Nautilus ist eine Verlängerung des Eingeweidesackes und liegt in der Siphonalröhre, welche durch alle Kammern sich zieht.

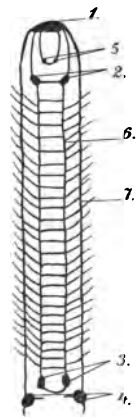
Als Andeutungen eines inneren Skelets sind der Zungenknorpel der Gastropoden, der unter der Radula liegt, und bei den Cephalopoden der Kopfknorpel,

der Nackenknorpel und der Äquatorialring im Auge zu betrachten.

Das Bewegungssystem (Fufs) ist schon besprochen; die Muskeln sind Fibrillenbündel, die manchmal eine Andeutung von Querstreifung erkennen lassen.

Nervensystem und Sinnesorgane. Als Ausgangspunkt der Betrachtung hat das sehr ursprüngliche Verhältnisse darbietende Nervensystem der Solenogastres zu dienen, mit dem die Erscheinungen, wie sie bei den Placophoren anzutreffen sind, ziemlich übereinstimmen. Das Centralnervensystem der übrigen Gastropoden ist in seinen einzelnen Teilen schwierig zu deuten. Bei den Solenogastres nun (z. B. bei Proneomenia) finden wir folgenden Bau.

Fig. 55.



Schema des Nervensystems von Proneomenia Sluiteri; nach Hubrecht.

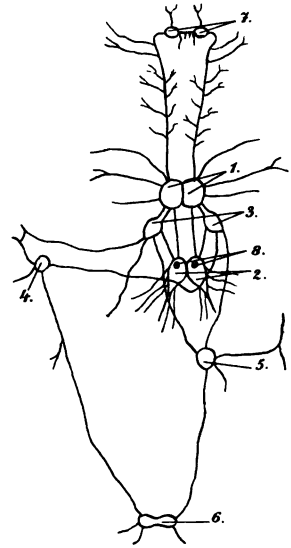
1 = Cerebralganglion;
2 = vordere Pedalganglien;
3 = hintere Pedalganglien;
4 = Visceralganglien;
5 = Sublingualganglien;
6 = Pedalstrang;
7 = Pallialstrang.

Das Cerebralganglion ist mit drei Ganglienpaaren verbunden, und zwar mit zwei Sublingualganglien, zwei vorderen Pedalganglien und zwei Visceralganglien. Die vorderen Pedalganglien sind unter einander durch eine Querkommissur vereinigt (wie, nebenbei bemerkt, auch die Sublingual- oder Buccalganglien) und geben je einen Längsnerven nach hinten ab, der am hintersten Ende zum hinteren Pedalganglion anschwillt; beide hintere Pedalganglien sind ebenfalls durch eine Kommissur verbunden. Man nennt die Nervenstränge, wodurch die verschiedenen Ganglien derselben Körperseite mit einander verbunden werden, Connective und die Nerven, welche die gleichnamigen Ganglien vereinen, Kommissuren. Das Cerebralganglion entsendet also zwei Cerebropedal- und zwei Cerebrovisceralconnective. Diese Nerven haben in ihrer ganzen Ausdehnung Ganglienzellenbelag. Die Cerebropedalconnective, auch Pedalstränge genannt, stehen unter einander und mit den Cerebrovisceralconnectiven, den Pallialsträngen,

durch Querkommissuren in Verbindung, und so entsteht ein Strickleiternervensystem.

Bei den übrigen Gastropoden ist ein Schlundring vorhanden, welcher drei Ganglienpaare enthält. Das obere Paar sind die Cerebral-, das erste untere die Pedal-, das zweite untere die Visceralganglien. Zu diesen Paaren kommen noch die sogenannten Pleuralganglien, das sind Ganglien, die in den Verlauf der Cerebrovisceralverbindungen eingefügt sind. Die Komplikation entsteht durch die Verschiedenheiten der die Pleuralganglien verbindenden Visceralkommissur und durch Zusammendrängung der oben erwähnten Ganglienpaare. Namentlich das erste Moment ist von grofser Bedeutung. Gewöhnlich sind in die Verbindung drei accessorische Ganglien eingeschaltet, die sogenannten Kommissuralganglien. Die Visceralkommissur stellt ursprünglich eine einfache, von einer zur anderen Seite ziehende Verbindung dar, so bei Opistobranchiaten, Pteropoden, Pulmonaten. Bei den Prosobranchiern und Hetoropoden ist die Kommissur 8förmig gedreht; infolge dessen geht der vom rechten Pleuralganglion entspringende Schenkel über dem Darmkanale nach links, der vom linken stammende unter dem Darmkanale nach rechts. Die Drehung, die sich hinsichtlich des Nervensystems auf die Visceralkommissur beschränkt, ist die Folge einer Verlagerung der Organe, für die der After den Mittelpunkt bildet. Und zwar drehen sich die Teile so, dafs die linke Kieme vor dem After nach rechts, die rechte Kieme

Fig. 56.



Nervensystem von Cassidaria; nach Béla Haller.

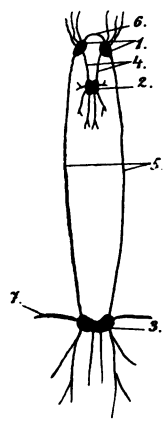
1 = Cerebralganglien; 2 = Pedalganglien; 3 = Pleuralganglien; 4 = Supraintestinalganglion; 5 = Subintestinalganglion; 6 = Visceralganglion; 7 = Buccalganglien; 8 = Otocysten.

hinter dem After nach links zu liegen kommen. Es ist also die linke Kieme der Zygobranchia eigentlich die rechte und umgekehrt. Der Drehung der Organe folgten die Nerven.

Vom Cerebralganglienpaare gehen die Nerven zum Kopfe ab; mit ihm in Verbindung stehen die Buccalganglien, welche Nerven zum Munde abgeben. Die Pedalganglien innervieren den Fufs, die Visceralganglien die Eingeweide.

Das Centralnervensystem der Acephalen zeigt eine sehr einfache Gliederung, die bedingt ist durch den Schwund des Kopfes. Wir finden 2 Cerebralganglien, 2 Pedalganglien und 2 Visceralganglien. Während die Cerebralganglien stets weit aus einander liegen und durch eine bogenförmige, vor dem Munde verlaufende Kommissur mit einander vereint werden, liegen die Pedalganglien stets, die Visceralganglien meist eng aneinander, bei jenen ist daher nie, bei diesen selten eine äufsere Kommissur zu sehen. Bei den Najaden zeigen die inneren, nur auf mikroskopischen Schnitten wahrnehmbaren Kommissuren der Pedalganglien eine strickleiterförmige Anordnung.

Fig. 57.



Nervensystem von Arca barbata.
1 = Cerebralganglien;
2 = Pedalganglien;
3 = Visceralganglien;
4 = Cerebropedalconnective;
5 = Cerebrovisceralconnective;
6 = Cerebralkommissur;
7 = Kiemennerv.

Das Centralnervensystem der Cephalopoden ist eine sehr konzentrierte Ganglienmasse, die in einer Knorpelhöhle gelegen ist. Auch hier findet sich ein Schlundring, dessen obere Partie, Ganglion supraoesophageum, 2 Nerven zu den Buccalganglien, abgiebt. Die untere Partie wird aus mehreren, undeutlich gesonderten Abschnitten gebildet, die als Pedal- und Visceralganglien zu betrachten sind. Seitlich liegen ihr an jederseits das mächtige Ganglion opticum. Vom Visceralganglion entspringt ein paariger Mantelnerv, der auf dem Mantel zu Seiten des Eingeweidesackes verlaufend jederseits in ein grofses Ganglion (Ganglion stellatum) übergeht. Aufserdem geht nach hinten ein Nerv, in dessen Verlauf Ganglien interpoliert sind

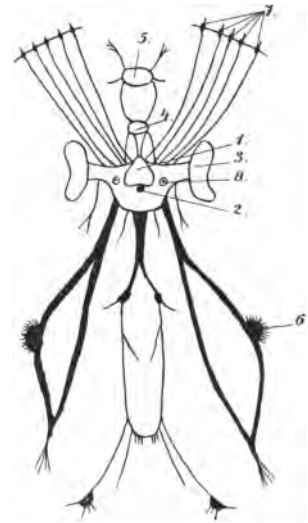
und der die Eingeweide versorgt. Nach vorn entspringen von der unter dem Schlunde gelegenen Ganglienmasse die Nerven für die Arme, deren jeder in ein kleines Ganglion übergeht.

Die Sinnesorgane. Die Tastorgane der Mollusken sind bereits erwähnt. Sind dieselben allein vorhanden, d. h. sind keine anderen Sinneswerkzeuge ausgebildet, wie bei den meisten Acephalen, so finden sich neben den Tastzellen in reichlicher Menge Drüsenzellen, welche ein mucinöses oder giftiges Sekret hervorbringen.

Geschmacksorgane, die in ihrem Baue den Schmeckbechern der Vertebraten ähneln, sind bisher nur bei den Rhipidoglossen bekannt.

Als Gehörorgane werden Bildungen gedeutet, die bei allen Mollusken vorkommen, deren Gehörsfunktion aber mindestens zweifelhaft ist. Es handelt sich hierbei um bindegewebige Kapseln (Otocysten), in welche sich ein vom Cerebralganglion entspringender Nerv einsenkt. Am epithelialen Belage unterscheidet man die centrale Hörzelle und die seitlichen Hörzellen; beide Arten sind an ihrer freien Fläche mit Haaren besetzt. Der ersteren gegenüber liegt der Hörstein (Otolith) oder die Hörsteine (Otoconien).

Fig. 58.



Nervensystem von Sepia officinalis; nach v. Ihering.

1 = Cerebralganglion; 2 = Visceralganglion; 3 = Ganglion opticum; 4 = Suprapharyngealganglion; 5 = Buccalganglion; 6 = Ganglion stellatum; 7 = Tentakelganglien; 8 = Otocysten.

Bei Gastropoden wird die sogenannte Nebenkieme neuerdings als Geruchsorgan gedeutet; die gleiche Funktion vindiziert man grubenförmigen Vertiefungen in der Nähe der Augen bei den Cephalopoden. Unter den Acephalen besitzen die Arten von Pecten auf den Mantelrandtentakeln der vorletzten Reihe Anhäufungen von Sinneszellen, die höchst wahrscheinlich ein Geruchsorgan sind.

Die Augen. Gleichwie bei den Arthropoden, so zeigen auch bei den Mollusken die Augen eine kontinuierliche Entwicklungsreihe von niedersten Anfängen zur höchsten Vervollkommnung. Und zwar sind die Augen, mit Ausnahme der von Arca, nach dem Typus einer Camera obscura gebaut.

Die primitivste Form des Auges finden wir bei Patella. Hier ist eine stets offen bleibende taschenförmige Vertiefung der Epitheldecke vorhanden. Die Epithelzellen derselben, an ihrem freien Ende mit einer breiten und hellen Cuticula bedeckt, sind zum Teil pigmenthaltig und treten basalwärts mit Nervenfasern in Verbindung. Zwischen je zwei von ihnen liegt immer eine pigmentfreie schmale Zelle, welche dem Sehakte gegenüber sich indifferent verhält und als Stützzelle bezeichnet wird, während die pigmenthaltige Zelle Retinazelle heifst.

Eine höhere Stufe nimmt das Auge von Haliotis ein. Hier ist die ovoide Epitheleinsenkung tiefer, weiter von der Körperoberfläche entfernt, aber noch nicht völlig geschlossen. Der epitheliale Teil des Augenhintergrundes gleicht dem der vorigen Form. Die Stützzellen sondern eine Masse, den Gallertkörper (Emplem), ab, welcher die Höhlung des Auges ausfüllt und pfropfenartig die vordere Öffnung desselben verstopft. Der Nerv teilt sich vor seinem von der hinteren Fläche her erfolgenden Eintritte in das Auge in mehrere Zweige und durchbohrt eine das Organ umhüllende Bindegewebsscheide.

Bei allen übrigen Gastropoden des Meeres, des süfsen Wassers und des Landes (und auch, das sei hier nachträglich bemerkt, bei einigen Anneliden) ist das Auge eine vollkommen geschlossene Blase. Das Organ hat hier kugelrunde oder ellipsoidische Gestalt und ist stets mehr oder minder entfernt vom Epithel der Oberfläche in die Substanz der Fühler eingebettet. Das äufsere Epithel ist niedrig und durchscheinend, darauf folgt eine schmale Schicht von Bindesubstanz und auf diese die Augenblase. Die vordere Wand der letzteren wird von niedrigen, farblosen Cylinderzellen gebildet, die nach den Seiten zu allmählich an Höhe zunehmen, um an der Hinterwand als hochcylindrische Gebilde zu erscheinen. Hier finden sich abwechselnd Pigmentzellen und pigmentfreie Zellen. Die ersteren sind kegelförmig, das Pigment erfüllt sie nicht vollständig, sondern umgiebt sie wie ein Mantel,

dadurch eine centrale Partie freilassend, welche als Analogon eines „Stäbchens“ betrachtet werden kann. Mit den Basen dieser „Stäbchenzellen“ treten die Nervenfasern in Verbindung. Die pigmentfreien Zellen, Stützzellen oder Sekretzellen genannt, sondern eine den ganzen Innenraum der mit einer einzigen Epithelschicht ausgekleideten Augenblase einnehmende gallertige Masse ab, die als Glaskörper, oder Linse, richtiger als Emplem bezeichnet wird. Der Nervus opticus tritt an den hinteren Pol der Augenblase.

Auf das ganz eigenartig gebaute Auge der Heteropoden kann hier nicht näher eingegangen werden.

Die höchste Entwicklung finden wir am Auge der dibranchiaten Cephalopoden. An dem kugelrunden Gebilde ist ein dioptrischer und ein lichtpercipierender Teil zu unterscheiden. Vorn ist eine Art Cornea gelegen, die, wie aus dem System erhellt, bei den einen Formen geschlossen, bei den anderen offen ist. Hinter derselben liegt die meist kugelige Linse. Zwischen Linse und Retina findet sich die Glaskörperflüssigkeit. Die Retina besteht aus mehreren Regionen, die wir als Region der Stäbchen oder Rhabdome, der Sockel und der Retinazellen unterscheiden. Die Rhabdome kommen im Prinzipe so zustande, dafs sich die Rhabdomeren, d. h. rinnenförmige, die inneren Enden der Retinazellen bedeckende Gebilde, von mindestens vier Retinazellen aneinander legen. Die Retinazellen sind mit Pigment erfüllt, das innen, am Glaskörper, und aufsen, in der Sockelregion, zwei besonders dichte Anhäufungen erkennen läfst. Die Nervenfasern, die vom Ganglion opticum stammen, durchbohren die hintere Wand der Augenkapsel und treten an die hinteren Enden der Retinazellen heran.

Allen diesen Augen gemeinsam ist das, dafs die Stäbchen, bez. die lichtpercipierenden Elemente dem Lichte zugekehrt sind und dafs die Retina vom Opticus nicht durchbohrt wird: ein Verhalten, welches dem beim Vertebratenauge zu konstatierenden gerade entgegengesetzt ist. Eine ebenfalls undurchbohrte Retina findet sich in den zahlreichen Augen der Arten von Pecten, nur sind hier die Stäbchen, wie im Auge der Wirbeltiere, vom Lichte abgewendet.

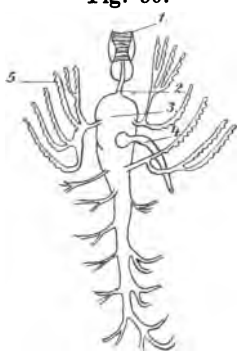
Bei Onchidium (einer Gastropode) ist die Retina ganz wie bei den Wirbeltieren gebaut.

Bei Arca sind die zahlreichen Augen nach dem Typus des Facettenauges gestaltet.

Ernährungssystem. Der Verdauungskanal der Acephalen ist gut entwickelt und bildet mit den übrigen Eingeweiden eine einheitliche Masse, von der er nur schwer getrennt werden kann. Der Mund, an welchem ein Kauapparat nicht vorhanden ist, liegt vorn im Mantelraume; zu seinen Seiten finden sich zwei Paar Mundlappen, deren Bedeutung noch unklar ist. Der Oesophagus, wenn er überhaupt vorhanden, ist sehr kurz. Der Darm ist gewunden; sein Endstück, Mastdarm, liegt dorsalwärts in der Schlofsgegend und durchbohrt das Herz. Derselbe endet auf der Unterseite des hinteren Schliefsmuskels als After, welch letzterer zahlreiche Gefühlspapillen hat. Manche Acephalen (Cardium, Venus, Solen) haben dicht hinter dem Magen einen Blindsack, in welchem ein durchsichtiges Gebilde, der Krystallstiel, liegt. Bei den Najaden fehlt der Blindsack, der Krystallstiel findet sich im oberen Ende des Darmes.

Die Mundöffnung der Gastropoden hat wulstige Lippen, die bei den Ctenobranchiern einen vorstülpbaren Rüssel bilden. Die Wandungen der Mundhöhle bilden den Schlundkopf; in ihr liegen die Kiefer und die Zunge. Die ersteren sind paarig vorhanden oder unpaar. Die letztere, Radula genannt, besitzt Zähne, Haken oder Platten. Man kann an ihr einen Mittelstreifen (Rhachis) mit einer Reihe, und zwei Seiten (Pleurae) mit mehreren Reihen Zähnen unterscheiden. Nach der Gestaltung der Zunge wird die systematische Einteilung vorgenommen. Am Darmkanale sind der Oesophagus, der blinddarmförmige Magendarm, der gewundene Dünndarm und der Enddarm zu unterscheiden. Letzterer mündet meist auf der rechten Seite neben der Atemöffnung.

Fig. 59.



Darmkanal von Aeolis papillosa; nach Hancock. 1 = Buccalmasse; 2 = Oesophagus; 3 = Magen; 4 = After; 5 = Leberschläuche (Die Figur ist nicht völlig ausgeführt, die Leberschläuche sind zum gröfsten Teile nur angedeutet)

Bei den Cephalopoden stehen um die Mundöffnung kreisförmige

Lippen, hinter denen sich der kugelförmige Schlundkopf befindet. Die Kiefer, welche auf den Mundrändern sich finden und als Ober- und Unterkiefer zu unterscheiden sind, haben die Gestalt eines umgekehrten Papageischnabels. Die Zunge (Radula) wird von einem Mittelzahn und jederseits drei Seitenzähnen gebildet. Der Oesophagus, der bei einigen Octopoden einen Kropf hat, ist eng, verläuft gerade nach hinten und geht in den muskulösen Magen über. Dieser stellt ein sackförmiges Gebilde dar, dessen Eingangs- und Ausgangsöffnung (Cardia, Pylorus) nahe bei einander liegen. Hinter dem Pylorus findet sich ein spiralig gewundener Blindsack. Der Darm ist kurz und verläuft entweder gerade (Loligo) oder in einer Schlinge (Sepia, Octopus) zum After, der in den Trichter mündet.

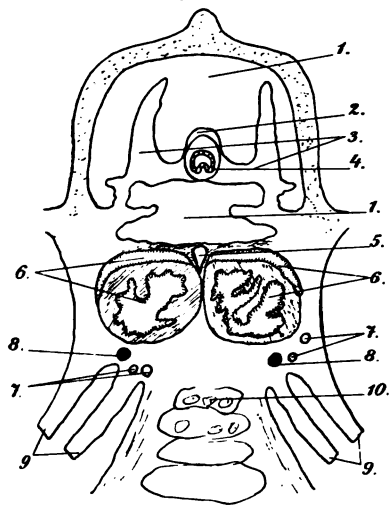
Verdauungsdrüsen. Speicheldrüsen kommen bei Gastropoden und Cephalopoden vor. Die ersteren besitzen nur ein Paar, selten zwei, das, zu Seiten des Schlundkopfes und des Oesophagus gelegen, neben der Zunge in die Mundhöhle mündet. Bei einigen Gastropoden (Dolium, Cassis, Tritonium) ist noch eine besondere Drüse vorhanden, in deren Sekret 3 bis 4 Prozent freie Schwefelsäure sich findet.

Bei den Cephalopoden sind zwei Paar Speicheldrüsen, ein vorderes kleines und ein hinteres grofses, vorhanden. Das erstere, am hinteren Teile des Schlundkopfes gelegen, hat kurze Ausführungsgänge; es fehlt bei Sepia und Loligo. Das hintere Paar findet sich hinter dem Kopfknorpel; die Ausführungsgänge beider Drüsen vereinigen sich, der gemeinsame Gang mündet auf dem Boden des Schlundkopfes.

Die Leber der Pteropoden ist eine Follikellage auf den Wandungen des Darmes; bei den übrigen Mollusken bildet die Leber ein besonderes stark entwickeltes Organ. Dieselbe, die bei den Acephalen den Magen, bei den Gastropoden den Darm umlagert, liegt den betreffenden Organen aufserordentlich fest an. Die Leber der Cephalopoden ist bald ungeteilt und von runder Gestalt, bald in eine rechte und linke Hälfte geschieden. Die Ausführungsgänge der von einem Bauchfellüberzuge umhüllten Leberläppchen münden in den spiraligen Blindsack. Als Pancreas werden bei den Cephalopoden Drüsenläppchen gedeutet, welche auf dem oberen Teile der Gallengänge aufliegen.

Cirkulations- und Atmungssystem. Das Herz der Mollusken enthält nur arterielles Blut, ist also ein Aortenherz. Das Blut, das meist farblos, seltener gefärbt ist, kommt aus den Kiemen oder Lungen in das von einem Pericardium umgebene Herz und wird durch eine oder mehrere Aorten in den Körper getrieben. Das Herz der Acephalen ist dorsalwärts gelagert in einem Pericard, d. i. einer sackartigen Erweiterung der Leibeshöhle. Es sind zwei Vorkammern und eine Kammer vorhanden; letztere wird vom Mastdarm durchbohrt. Aus der Kammer entspringt die grofse vordere und die kleinere hintere Aorta. Die Arterien gehen in Capillaren, diese angeblich in Gewebslakunen über; aus den letzteren sammelt sich das Blut in Venen, und diese vereinigen sich zu einem Truncus venosus, welcher als Sinus Bojani die Nieren versorgt. Von hier gelangt das Blut in die Kiemen und aus diesen in die Vorkammern.

Fig. 60.



Querschnitt durch eine Muschel (schematisch).

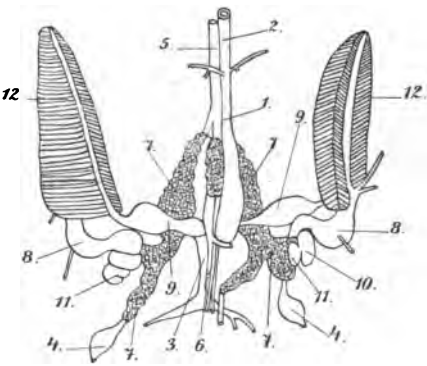
1 = Pericardium; 2 = Kammer; 3 = Atrien; 4 = Enddarm; 5 = Venensinus; 6 = Bojanussche Organe; 7 = Gefäfse; 8 = Nerven; 9 = Kiemen; 10 = Geschlechtsorgane.

Die Gastropoden haben meistens ein Herz (nur einige Nudibranchier besitzen kein Gefäfssystem); dasselbe liegt in einem Pericard und besteht aus Vorkammer und Kammer. Bei Turbo, Haliotis, Fissurella sind zwei Vorkammern vorhanden, und die Kammer wird vom Enddarme durchbohrt. Das Blut tritt aus der Kammer in eine Aorta; aus den Arterien gelangt es in Capillaren, dann in Lakunen und aus diesen in Venen. Die Vorkammer erhält das Blut aus den Atmungsorganen; je

nach der Lage des letzteren richtet sich auch die Gestalt des Herzens. Liegen die Atmungsorgane vor dem Herzen, so ist auch die Vorkammer nach vorn gerichtet (Prosobranchiata), liegen die Atmungsorgane (Kiemen) hinter dem Herzen, so findet sich die Vorkammer hinter der Kammer (Opisthobranchiata).

Das Herz der Cephalopoden liegt ventral nahe am Hinterende des Körpers; in dasselbe münden soviel Kiemenvenen, als Kiemen vorhanden sind. Nach vorn entspringt aus dem Herzen die Aorta cephalica, welche den Mantel, Darmkanal, Trichter und den Kopf mit seinen Organen versorgt. Nach hinten entspringt die Arteria abdominalis für die Eingeweide. Auch hier findet sich kein geschlossenes Gefäfssystem, sondern die Verhältnisse liegen im wesentlichen wie bei den Acephalen und Gastropoden. Das Blut sammelt sich aus den Venen in eine vordere, eine hintere Hohlvene und zwei seitliche Venen. Die vordere Hohlvene führt das Blut zu den Kiemen, spaltet sich also in so viel Äste, als Kiemen vorhanden sind. Bei den Dibranchiaten sind diese Gefäfse (Kiemenarterien) vor ihrem Eintritt in die Atmungsorgane zu den pulsierenden Kiemenherzen erweitert.

Fig. 61.



Kreislaufs- und Exkretionsorgane der Cephalopoden (schematisch).

1 = Herz; 2 = vordere Aorta; 3 = hintere Aorta; 4 = seitliche Venen; 5 = vordere Hohlvene; 6 = hintere Hohlvene; 7 = Nierenanhänge; 8 = zuführende Kiemenvenen; 9 = abführende Kiemenvenen; 10 = Kiemenherz; 11 = Anhang desselben; 12 = Kiemen.

Atmungsorgane. Die Acephalen haben jederseits der Medianlinie zwei Kiemen, die eine blattähnliche Gestalt besitzen und bei Ostreaceen, Mytilaceen und Arcaceen aus einzelnen parallelen Fäden, bei den übrigen aus einem Gitterwerke bestehen. Bei vielen Muscheln sind die Kiemen

an ihrem hinteren Ende verwachsen. Manche Tiefseemuscheln haben keine Atmungsorgane.

Bei einigen Nudibranchiern, den Pteropoden und Heteropoden fehlen besondere Atmungsorgane, hier hat die Haut respiratorische Funktion. Die übrigen Gastropoden haben stets spezielle Atmungsorgane. Die Pulmonaten atmen durch eine Lunge, welche in einer Lungenhöhle gelegen ist; die Lunge ist ein modifizierter Teil der Niere. Die Atemöffnung findet sich bei den rechts gewundenen Schnecken rechts, bei den links gewundenen links. Die Atemhöhle von Planorbis zerfällt durch eine Längsfalte in zwei Teile, deren rechter als Lunge, deren linker als Kieme fungiert. Alle anderen Gastropoden atmen durch Kiemen.

Die Kiemen der Cephalopoden sind kammförmig gefiedert und liegen in der Mantelhöhle. Bei den Tetrabranchiaten liegen jederseits des Eingeweidesackes zwei, bei den Dibranchiaten jederseits eine Kieme. Die Gestalt der Organe ist eine pyramidenförmige, die Spitze ist nach oben gerichtet. Bei den Dibranchiaten sind sie mit einer Längsseite mit dem Mantel verwachsen. Bei offenem Mantel gelangt das Wasser zu den Seiten des Trichters in die Kiemen; schließt sich der Mantel, so wird das Wasser durch den Trichter ausgespritzt.

Harn- und Geschlechtsorgane. Die Niere der Acephalen (Bojanus'sches Organ) ist paarig vorhanden und liegt dorsalwärts zu den Seiten des Pericardium. Die Farbe des Organes ist bräunlich oder schwarzgrün. Man kann an demselben zwei Schenkel unterscheiden, die übereinander liegen und von denen der innere von schwammigem Bau in das Pericard mündet, während der äußere sich oberhalb der Wurzel des Fußes nach außen öffnet. Bei Tellina, Cardium, Pinna fallen Harn- und Geschlechtsmündung zusammen.

Die Niere der Pulmonaten liegt der Lunge eng an; sie hat eine gelbliche Farbe und ist von dreieckiger Gestalt. Ihr Ausführungsgang zieht neben dem Mastdarm hin. Meist ist nur eine Niere vorhanden, die bei den Gastropoden an der rechten Seite gelegen ist und in das Pericard mündet; bei Patella, Fissurella und Haliotis finden sich zwei Nieren, von denen die linke viel schwächer ist als die rechte.

Die Nieren der Cephalopoden sind schwammige Anhänge der Kiemenarterien, deren epithelialer Belag ein harnsäurehaltiges Sekret liefert.

Bei einigen Gastropodengattungen aus dem Mittelmeere (Murex und Purpura) ist eine Drüse von blafsgrüner oder gelber Farbe vorhanden, die als Purpurdrüse bezeichnet wird. Sie liegt dem Mastdarme auf und mündet vor dem After.

Ein besonderes Exkretions- oder Sekretionsorgan der Dibranchiaten ist der Tintenbeutel. Derselbe ist verschiedenartig gelegen (bei Octopus in der Leber) und mündet entweder neben dem After oder in denselben. Die abgesonderte Flüssigkeit ist schwarzbraun und heifst Tinte.

Geschlechtsorgane. Unter den Acephalen sind Cyclas, Clavagella, Pecten, Ostrea Hermaphroditen, die übrigen getrennt geschlechtlich. Die Geschlechtsorgane (Hoden bez. Ovarien) liegen unter der Leber um den Darm herum und münden entweder neben den Nieren oder in die Nieren. Bei den Najaden entwickelt sich das Ei in den Kiemen. Besondere Begattungsorgane sind nicht vorhanden.

Die Gastropoden sind zum Teil getrennt geschlechtlich, zum Teil Zwitter. Stets ist bei den weiblichen Geschlechtsorganen Eierstock, Eiweifsdrüse, Oviduct, Uterus, Vagina und Receptaculum seminis, bei den männlichen Organen Hoden, Vas deferens, Ductus ejaculatorius und Penis zu unterscheiden.

Bei den hermaphroditischen Gastropoden ist eine Zwitterdrüse vorhanden, in der entweder, wie bei Pteropoden und Nudibranchiern, Eifollikel und Samenschläuche getrennt sind, oder, wie bei den Pulmonaten, beiderlei Geschlechtszellen neben einander entstehen. Bei der letzteren Gruppe ist für Samen und Eier der Ausführungsgang zunächst gemeinsam, vor dem Übergange in den Uterus zweigt sich das Vas deferens als selbständiger Halbkanal ab und begiebt sich zur Penisscheide. Die Tube mündet in den Uterus; hier öffnet sich häufig in sie die Eiweifsdrüse. Unterhalb der Mündung des Receptaculum seminis findet sich der Pfeilsack mit dem Liebespfeile und die fingerförmigen Drüsen. Der Penis ist vorstülpbar und liegt entweder in einer Scheide oder frei in der Leibeshöhle; er geht bei den Heliciden in das nicht vorstülpbare Flagellum über. Bei Lim-

naeus, Physa und Planorbis ist die äufsere Geschlechtsöffnung links gelegen, sonst rechts. Die Geschlechtsorgane der getrennt geschlechtlichen Gastropoden (Heteropoden, Prosobranchier) zeigen im allgemeinen die gleiche Ausbildung wie bei den hermaphroditischen, nur dafs sie auf zwei Individuen verteilt sind.

Die Cephalopoden sind stets getrennt geschlechtlich. Der einfache Eierstock findet sich im Grunde des Mantels und ist von einer Eierstockskapsel umgeben. In die letztere werden die reifen Eier entleert und aus derselben durch ein oder zwei Oviducte nach dem Trichter geschafft. Die Drüsen der Oviducte liefern die Hüllen für die in Laichform abgelegten Eier. Der Hoden ist einfach und von der Hodenkapsel umhüllt. Das Vas deferens führt in einen weiten Sack (Needham'scher Sack), der in den links vom Mastdarme mit einem kurzen Penis endenden Ductus ejaculatorius übergeht. Die Samenfäden werden in kompliziert gebauten Spermatophoren entleert.

Bei den Männchen der Cephalopoden ist ein Arm zum Hilfsbegattungsorgan (Hectocotylus) umgewandelt, der bei den verschiedenen Arten verschieden ist. Nur Ommastrephes, Onychoteuthis und Loligopsis besitzen keinen hectocotylisierten Arm. Das Männchen stöfst den Hectocotylus in die Atemhöhle des Weibchens und entleert dann die Spermatophoren. Bei manchen Formen löst sich der Hectocotylus los und gelangt erst nach einigem Umherschwimmen zum Weibchen.

Ontogenie. Unter den Acephalen haben Unio und Anodonta eine Art Brutpflege, da sich die Eier bei diesen Gattungen in den Kiemen entwickeln, und zwar bei Unio in den äufseren, bei Anodonta in den inneren Kiemen. Nach inäqualer Furchung erscheint bei den marinen Formen ein zum Teil mit Wimpern bekleideter Embryo; man kann einen präoralen Wimpernkranz (Wimpersegel) und einen postoralen unterscheiden. Die Entwicklung der Acephalen des süfsen Wassers ist mehr direkt; das aus dem Ei ausgeschlüpfte Junge heftet sich meist an die Haut von Fischen an.

Bei den Gastropoden findet sich ebenfalls inäquale Furchung. Mittels eines bewimperten Velum rotiert der Embryo im Eiweifs. Die Entwicklung der Pulmonaten ist eine direkte; bei den marinen Gastropoden findet sich eine

Metamorphose. Die Larve, deren Fuſs noch rudimentär ist, schwärmt vermittelst zweier grofser Wimpersegel umher; sie hat häufig einen Schalenwechsel durchzumachen.

Die Eifurchung der Cephalopoden ist eine discoidale, der Keim bildet hier eine Scheibe. Der Embryo erhebt sich allmählich über das Ei, dessen Rest an seinem Munde hängt.

Phylogenie. Die Abstammung der Mollusken ist z. Z. noch nicht aufgeklärt; die von mancher Seite versuchte Herleitung derselben von den Platoden hat wenig für sich.

VIII. Typus. **Tunicata, Manteltiere.**

Der Körper ist tonnen- oder sackförmig, und zeigt bilaterale Symmetrie; er ist von einer cellulosehaltigen Mantelhülle umgeben, an der fast immer 2 Öffnungen vorhanden sind, eine Einfuhr- (Kiemen-) und eine Ausfuhr-(Kloaken-) Öffnung.

System.

I. Klasse. Tethyodea (Ascidiacea), Seescheiden.

Sackförmige, meistens festsitzende Formen; Kiemensack weit; Ein- und Ausfuhröffnung dicht hinter einander gelegen.

1. Ordnung. Copelatae, Ascidien mit Larvenschwanz.

Kleine, frei schwimmende Tiere; Körper länglich oval; ein Ruderschwanz vorhanden. Die Organisation dieser Tiere zeigt einen larvenähnlichen Habitus. Der ursprünglich dorsal gelegene, durch Achsendrehung seitlich gerückte Schwanz ist in seiner ganzen Länge von einer Chorda (Urochord) durchzogen. An dem Nervencentrum des Schwanzes findet sich Metamerenbildung; derselben korrespondieren Einschnitte in der Muskulatur, die mit den Myocommata des Amphioxus vergleichbar sind. Der After mündet ventralwärts; eine Kloake ist nicht vorhanden. Am Pharyngealsacke sind nur zwei Kiemenspalten vorhanden, das Herz ist quer gestellt; Ovarien und Hoden haben keine Ausführungsgänge. Das Nervensystem besteht aus einem Gehirne, das in drei Partieen eingeschnürt ist, und einem von demselben ausgehenden Nervenstrang, der in den Schwanz geht.

Fam. Appendicularidae. Oikopleura, etc.

2. Ordnung. Ascidiae simplices, einfache Ascidien.

Solitäre Formen oder verzweigte Stöcke. Erstere sind stets grofse Tiere, deren Mantel undurchsichtig ist; die Oberfläche zeigt warzige Erhebungen und verschiedenartige Einlagerungen. Die letzteren bestehen aus gestielten Einzeltieren, die durch Wurzelausläufer zu verästigten Stöcken mit einander verbunden sind. Die Blutgefäfse dieser Stöcke sind zeitweise oder dauernd gemeinsam.

1. Fam. Clavellinidae (Ascidiae sociales), gesellige Ascidien.

Clavellina, etc.

2. Fam. Ascidiadae, solitäre Ascidien.

Ascidia; Ciona; Phallusia, etc.

3. Ordnung. Ascidiae compositae (Synascidiae), zusammengesetzte Ascidien.

Die Einzeltiere werden von einer gemeinsamen Mantelschicht umschlossen und bilden so festsitzende, verschiedenartig geformte Stöcke. Die Blutgefäfse der Einzeltiere setzen sich in den Mantel fort und kommunizieren hier miteinander. Viele Einzeltiere, welche durch Knospung aus einem Individuum entstanden sind, bilden eine Gruppe um eine gemeinsame Kloakenöffnung; man findet infolge dessen am Stocke sternförmige oder runde Systeme mit ventralen Öffnungen.

Botryllus; Didemnum, etc.

4. Ordnung. Ascidiae salpiformes (Luciae), salpenähnliche Ascidien (Feuerwalzen).

Die Feuerwalzen sind glasähnliche, gallertig-knorplige Kolonieen, die frei an der Oberfläche des Meeres schwimmen. Sie haben die Gestalt eines hohlen Tannenzapfens, der an dem einen Ende geschlossen, an dem anderen offen ist. Die Einzeltiere stehen senkrecht zur Längsachse in dem gemeinsamen Grundgewebe. Die Einfuhröffnungen liegen an der Oberfläche der Kolonie, die Ausfuhröffnungen führen in den als Kloake dienenden gemeinsamen Hohlraum der Kolonie. Aus dem Ei der hermaphroditischen Tiere (in jedem Ovarium wird nur ein Ei gebildet) entsteht ein Embryo, an welchem durch Knospung vier Individuen sich bilden, die mit einander verbunden aus der Kloake austreten. Durch weitere Knospung an einem dorsalen Keimstock entsteht die neue Kolonie. Am Vorderende des Kiemensackes finden sich paarig angeordnete

Leuchtorgane, die zu dem Namen „Feuerwalzen“ Veranlassung gegeben haben.

Einzige Familie: Pyrosomidae.

II. Klasse. Thaliacea (Salpae), Salpen.

Freischwimmende, tonnen- oder walzenförmige Tiere, bei denen Kloaken- und Mundöffnung endständig sind und einander gegenüberliegen. Die Schlundhöhle steht durch zwei Reihen kleiner Kiemenspalten oder durch zwei grofse Kiemenspalten mit der Kloake in Verbindung. Die Eingeweide sind zu einem Knäuel zusammengedrängt. Die Fortpflanzung geht mit Generationswechsel einher.

1. Ordnung. Cyclomyaria.

Tonnenförmiger Körper; Mantel dünn; Muskeln zu Ringen geschlossen; Mund- und Kloakenöffnung mit Läppchen versehen.

Doliolum. Es entsteht aus dem Ei ein unvollständig ausgebildetes geschwänztes Individuum, welches geschlechtslos ist. Während der ventrale Keimstock (Stolo) zu Grunde geht, sproſst am dorsalen Keimstocke eine zweite Generation; bei dieser bilden sich am dorsalen Stolo Mediansprossen und Lateralsprossen. Letztere pflanzen sich nicht fort, sondern ernähren die Ammengeneration. Die Mediansprossen werden zu Tieren, die den Geschlechtstieren im allgemeinen gleichen, sich aber von denselben durch den Mangel der Geschlechtsorgane unterscheiden. Diese Generation löst sich los, und an ihrem ventralen Stolo entstehen die Geschlechtstiere.

2. Ordnung. Desmomyaria, Salpen.

Walzenförmige Tiere von dorsoventral abgeflachter Form; die Muskeln sind bandförmig; Mantel dick; weibliche Geschlechtszellen eher reif als die männlichen; Entwicklung mit Generationswechsel.

Salpa democratica; Salpa pinnata, etc.

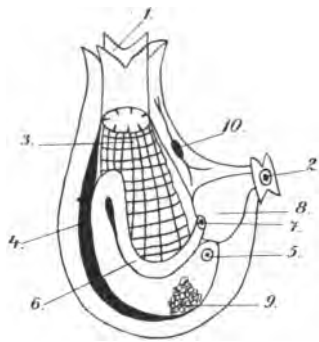
Haut und Mantel. Die Körperwandung der Tunicaten wird von zwei Schichten gebildet, einer inneren und einer äufseren. Die innere Schicht, die eigentliche Hülle der Organe, besteht aus einer Epithellage, welche an die äufsere Schicht angrenzt, und aus einem Bindegewebsstratum. Im einzelnen zeigt diese Schicht grofse Verschiedenheiten.

Bei Doliolum ähnelt sie den Doppelwänden eines Fasses; beide Wände sind nur an den Öffnungen des Körpers mit einander in Zusammenhang, sonst aber getrennt und schliefsen zwischen sich Blut und Eingeweide ein. Eine äufsere Hülle (Mantel) ist bei Doliolum nicht vorhanden. Bei den Salpen findet sich zwischen den beiden Wänden eine Bindegewebsmasse, welche die Blutlakunen enthält. Der Mantel der Tunicaten, d. i. die äufsere Schicht der Körperwand, besteht aus Zellen und einer Zwischenmasse; er ist mit der inneren Schicht, der Haut, nur an den Öffnungen des Körpers in Zusammenhang.

Bewegungssystem. Skeletbildungen sind nicht vorhanden. Die Muskulatur, welche bei den sich frei bewegenden Tunicaten besonders gut entwickelt ist, erscheint in Form von Schliefsmuskeln, die an den Körperöffnungen stehen, und als zwischen ihnen liegende Ringmuskeln.

Nervensystem. Im Vergleiche zum Nervensysteme der Larve ist das der erwachsenen Tiere in hohem Grade rückgebildet. Es ist ein Ganglion vorhanden, das in dem Winkel liegt, welcher sich zwischen den beiden Körperöffnungen findet. Aufserdem kommen Sinnesorgane von unbekannter Funktion vor.

Fig. 62.



Schema einer einfachen Ascidie; nach Lacaze-Duthiers.
1 = Mund; 2 = Kloakenöffnung; 3 = Kiemensack; 4 = Flimmerrinne; 5 = Mundöffnung; 6 = Darm; 7 = After; 8 = Kloake; 9 = Geschlechtsorgane; 10 = Nervensystem.

Ernährungssystem. Der Verdauungskanal der Salpen bildet den sogenannten Nucleus, d. h. er ist zu einem Knäuel aufgewunden; er mündet in der Nähe des Mundes in die Kiemenhöhle. Bei den Ascidien liegt die Mundöffnung im Grunde der Kiemenhöhle, sie führt in einen weiten, kurzen Schlund, auf den der Magen folgt. Der Darm, der in die Leibeshöhle sich ein wenig hinein erstreckt, biegt nach oben und endet im After. An der ventralen Seite der Kiemen, in der Medianlinie, findet

sich bei den Salpen eine durch Falten der Bauchwand gebildete flimmernde Rinne, der sogenannte Endostyl, der in ähnlicher Weise in der Kiemenhöhle der Ascidien anzutreffen ist.

Cirkulations- und Atmungssystem. Ein Herz ist stets vorhanden. Es erscheint bei den Salpen als ein Schlauch in der Nachbarschaft des Nucleus, bei den Ascidien als ein Schlauch in der hinteren Partie des Körpers; bei letzteren besitzt es ein vorderes und ein hinteres Gefäfs, die beide in Lakunen übergehen. Die Kontraktionen des Herzens verursachen keine regelmäfsige Cirkulation der in den Lakunen der Leibeshöhle vorhandenen Blutflüssigkeit.

Die Atmungsorgane der Salpen werden durch eine Kieme dargestellt, welche schräg durch die Mantelhöhle ausgespannt ist. Die Kieme der Ascidien bildet einen grofsen Atemsack, welcher von den aufgenommenen Nahrungsbestandteilen passiert werden muss. Die Innenfläche der Kieme ist ein Gitterwerk, das durch Längs- und Querleisten hergestellt wird.

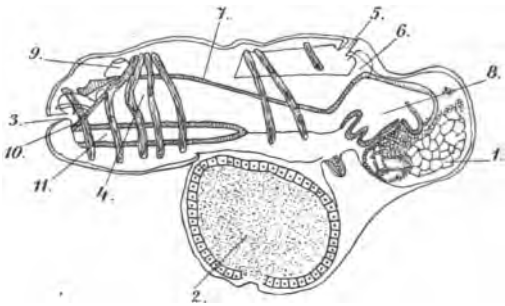
Geschlechtssystem. Es findet sich bei den Tunicaten ausschliefslich Hermaphroditismus. Der Eierstock der Ascidien ist von länglicher Gestalt, gelblicher Farbe und liegt in der Leibeshöhle. Sein Ausführungsgang steigt neben dem Enddarme aufwärts und mündet in die Kloake. Neben und unterhalb des Ovarium ist eine weifsliche Drüse gelegen, der Hoden, dessen Ausführungsgang, das Vas deferens, neben dem Oviduct verläuft.

Ontogenie. Die Entwicklung von Doliolum und Pyrosoma ist bei Besprechung des Systems bereits erledigt worden (cfr. daselbst).

Generationswechsel der Salpen. In der Entwicklung der Salpen wechseln sich eine geschlechtliche und eine ungeschlechtliche Generation ab, eine Thatsache, welche zuerst von dem deutschen Dichter Chamisso gefunden wurde. Die geschlechtlichen Tiere sind zu Ketten vereint, den sogenannten Salpenketten (Salpa catenata). Die einzelnen Tiere sind Zwitter; die Eier werden sehr bald nach der Geburt reif, während die Hodenschläuche viel später sich bilden. Die Folge dieser Einrichtung ist die, dafs zur Begattung zwei Ketten notwendig sind. Die Eier verschwinden bis auf eines, das in einer Kapsel gelegen ist. Nach der Befruchtung legt sich das Ei der inneren Auskleidung der Atemhöhle an und

stellt mit seiner Kapsel eine Auftreibung der Atemhöhle dar. Zwischen Embryo und Muttertier entsteht eine Placenta, durch welche die Ernährung des Embryo bewirkt wird. Am Hinterende des Embryo ist ein Gebilde vorhanden, Elaeoblast

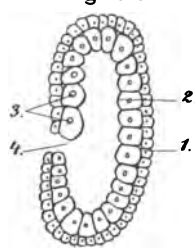
Fig. 63.



Embryo von Salpa democratica; nach Grobben.
1 = Elaeoblast; 2 = Placenta; 3 = Mund; 4 = Pharyngealhöhle; 5 = After; 6 = Kloakenhöhle; 7 = Kieme; 8 = Nucleus; 9 = Nervensystem; 10 = Wimperbogen; 11 = Endostyl.

(Ölkuchen) genannt, das als Äquivalent der Chorda zu deuten ist. Die Embryonen lösen sich nach langer Zeit los, sie werden mit einem, später verschwindenden, Reste von Placenta und Elaeoblast geboren und sind geschlechtslose, stets allein lebende Tiere, die solitären Salpen (Salpa solitaria). Man bezeichnet die solitäre Salpe als die Ammengeneration. Am Keimstocke, dem Stolo prolifer der letzteren entstehen durch Knospung die Kettensalpen; man trifft an einem Stolo stets mehrere Ketten verschiedenen Alters.

Fig. 64.

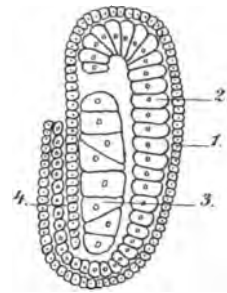


Gastrula und Chordaanlage einer einfachen Ascidie; nach Kowalewsky.
1 = Ectoderm; 2 = Entoderm; 3 = Chordaanlage; 4 = Gastrulamund.

Entwicklung der Ascidien. Aus dem befruchteten Ei wird durch totale Furchung eine Gastrula. Der Mund derselben verengt sich von vorn nach hinten und wird zu einer am hinteren Ende gelegenen Öffnung. Der

Schluſs der Gastrulamündung bezeichnet die dorsale Seite des Embryo. Hier nun tritt eine Rinne auf als Anlage des Centralnervensystems. Die Ränder der Rinne umgreifen die Gegend des Gastrulamundes und wachsen von hinten nach vorn; so wird die Rinne zu einem Rohre, das vorn offen ist. Dasselbe löst sich vom Entoderm los und wird zum Nervenrohre. Zu gleicher Zeit erscheinen ventralwärts dieses Rohres zwei bogenförmig vereinte Zellreihen des Entoderm, welche die Anlage der Chorda repräsentieren. Aus dem vorderen Teile des Entoderm wird der Kiemensack und der Darmkanal, aus dem übrigen Abschnitte desselben die Chorda, die Muskulatur und das Mesoderm, welch letzteres die Blutkörperchen liefert. Am hinteren Ende des Körpers entsteht der Schwanz, in dessen Achse die Chorda (Urochord) gelegen ist, während dorsal derselben die Verlängerung des Medullarrohres sich findet. Der Schwanz schlägt sich ventralwärts ein. Am Vorderende entstehen die drei Haftpapillen. Der Kiemendarmsack liegt dem Medullarrohre, an welchem sich Augen- und Ohranlage findet, eng an; zwischen ihm und der Leibeswand ist dagegen eine weite Höhle, in die hinein Mesodermzellen (Anlage des Blutes und der Muskeln) kriechen. Die Körperöffnungen entstehen dorsal als zwei Gruben, welche durchbrechen. Auf der Haut des Embryo ist eine Gallertmasse vorhanden, welche mit den in ihr enthaltenen Zellen den Mantel bildet. Der Embryo verläfst nunmehr das Ei und schwimmt umher. Die

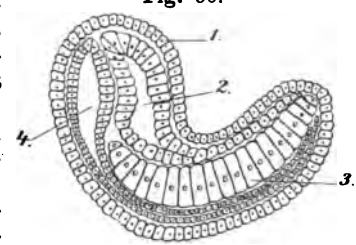
Fig. 65.



Anlage des Nervenrohres bei einer einfachen Ascidie; nach Kowalewsky.

1 = Ectoderm; 2 = Entoderm; 3 = Chorda; 4 = Nervenrohr.

Fig. 66.

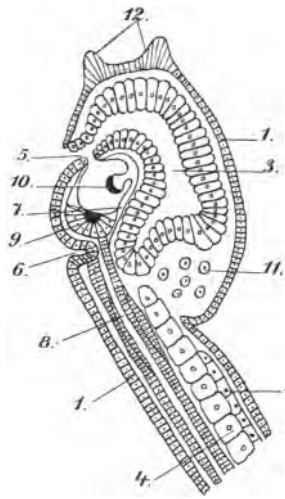


Embryo einer einfachen Ascidie mit Anlage des Darmkanales und des Centralnervensystems; nach Kowalewsky.

1 = Ectoderm; 2 = Darm; 3 = Chorda; 4 = Centralnervensystem.

Larve setzt sich nach einiger Zeit mittels der Haftpapillen fest, das Centralnervensystem wird reduziert, Chorda und Larvenschwanz gehen verloren, und es bildet sich allmählich der Organismus der Ascidie aus.

Fig. 67.



Embryo einer einfachen Ascidie; nach Kowalewsky.
1 = Ectoderm; 2 = Entoderm; 3 = Darm; 4 = Chorda; 5 = Mund; 6 = Kloakenanlage; 7 = Hirnblase; 8 = Rückenmark; 9 = Augenanlage; 10 = Ohranlage; 11 = Blutkörperchen.

Bezüglich der Entwicklung der zusammengesetzten Ascidien sei das folgende erwähnt. Die Anlage des Stockes geschieht durch Knospung an einer einfachen Larve. Durch fortgesetzte Seitenknospung an den neuen Individuen bei gleichzeitigem Zugrundegehen der älteren, sowie durch kreisförmige Anordnung der Knospen entsteht die Synascidie.

Phylogenie. Die Auffindung des larvalen Medullarrohres und der Chorda hatte Veranlassung gegeben, die Ascidien als Urwirbeltiere zu betrachten. Diese Auffassung dürfte, namentlich im Hinblick auf das biogenetische Grundgesetz, nicht haltbar sein. Denn ist es richtig, dafs die Nachkommen in ihrer Ontogenie die Organisation der Vorfahren durchlaufen, dann weist die Entwicklung der Ascidien viel eher darauf hin, dafs sie von Wirbeltieren abstammen, anstatt dafs die Wirbeltiere aus ihnen herzuleiten sind. So dürfte die Hypothese viel gröfsere Wahrscheinlichkeit besitzen, wonach die Ascidien als Wirbeltiere zu betrachten sind, die durch Annahme der festsitzenden Lebensweise degenerierten. Die Salpen würden dann von den Ascidien abstammen und ihre Organisation als Anpassung an die wieder erlangte pelagische Lebensweise zu erklären sein.

IX. Typus. Vertebrata, Wirbeltiere.

Die Wirbeltiere haben alle einen deutlichen bilateralsymmetrischen Bau; das Skelet derselben ist ein inneres und besteht entweder aus Knorpel oder aus Knochen. Dorsalwärts des Achsenskelets liegt das Medullarrohr, ventralwärts desselben der Verdauungskanal. Die metamere Gliederung des Körpers ist in der Wirbelsäule ausgesprochen.

Man kann die Wirbeltiere in zwei grofse Abteilungen scheiden, die durch die Ausbildung oder den Mangel eines Kopfes gekennzeichnet sind: in die Acranier oder Schädellose und in die Craniota oder Schädeltiere. Die ersten 4 Klassen des Typus unterscheiden sich von den letzten 3 dadurch, dafs bei diesen ein embryonales Organ, das Amnion, vorhanden ist, welches jenen fehlt; die Leptocardii, Cyclostomata, Pisces und Amphibia können daher insgesamt als Anamnia, die Reptilia, Aves und Mammalia insgesamt als Amniota einander gegenübergestellt werden.

System.

I. Klasse. Leptocardii, Röhrenherzen.

Einziger Repräsentant: Amphioxus lanceolatus. Dieses kleine Tier, anfänglich als Nacktschnecke betrachtet, dann zu den Fischen gestellt, wird von den letzteren besser entfernt. Das Skelet ist durch die Chorda dorsalis und durch ein Mund- und Kiemengerüst repräsentiert. Extremitäten sind nicht vorhanden. Das Rückenmark zeigt eine unbedeutende Gehirnanschwellung; ein Kopf fehlt. Ein Herz ist nicht vorhanden, es pulsieren die gröfseren Gefäfsstämme; rote Blutkörperchen fehlen. Der an den Seiten durchbrochene Kiemensack geht in den Darm über. Die Leptocardii sind die einzigen Acrania.

II. Klasse. Cyclostomata (Marsipobranchii), Rundmäuler.

Kopf deutlich vorhanden; Kopfskelet und Kiemenskelet knorplig; Geruchsorgane, Nasenrachengang unpaar; Kiemen beutelförmig, daher der Name Marsipobranchii; keine Kiefer; Mund kreisförmig; keine paarigen Gliedmafsen.

1. Ordnung. Hyperotreta; Gaumen von Nasengang durchbohrt.

Myxine; Bdellostoma.

2. Ordnung. Hyperoartia; Gaumen undurchbohrt.

Petromyzon, Neunauge. Die sogenannten Augen an der Seite des Körpers sind die Kiemenöffnungen. Ammocoetes branchialis ist die Larve von Petromyzon fluviatilis. Petromyzon marinus; Petromyzon Planeri.

III. Klasse. Pisces, Fische.

Kiefer vorhanden; Bewegungsorgane sind paarige und unpaare Flossen; das Herz besteht aus Kammer und Vorkammer; die Kiemen sind Blättchen, die kammförmig auf den Kiemenbögen stehen. Die meisten Fische haben auf der äufseren Haut Schuppen, deren Gestalt und Anordnung von systematischer Bedeutung sind. Bei den dachziegelförmig sich deckenden Schuppen nennt man diejenigen Cycloidschuppen, deren hinterer freier Rand glatt ist, Ctenoidschuppen dagegen, wenn der hintere freiere Rand gezähnelt ist. Haben die Schuppen eine äufsere Schmelzlage, so werden sie Ganoidschuppen genannt; sie decken sich nicht völlig und sind von rhombischer Gestalt, seltener cyloidförmig. Als Placoidschuppen werden kleinere Knochenkörper von verschiedener Gestalt bezeichnet. Die Extremitäten (Flossen) haben knöcherne Stützen, die sogenannten Strahlen, welche Stachelstrahlen heifsen, wenn sie aus einem Stück, Weichstrahlen, wenn sie aus mehreren bestehen. Bei den Stachelflossern sind die vorderen Strahlen der Afterflosse, die vorderen oder alle Strahlen der Rückenflosse und ein Strahl der Bauchflosse ungegliedert. Die Weichflosser haben höchstens zwei ungegliederte vordere Strahlen in der Rückenflosse. Die Kiemen der meisten Fische sind vom Kiemendeckel überlagert, der gewöhnlich aus vier Teilen besteht: dem Operculum, Praeoperculum, Interoperculum, Suboperculum.

Die ältesten Fische sind offenbar die Selachier; aus ihnen stammen die Ganoiden und aus diesen die Teleostei. Die Dipnoi leiten zu den Amphibien hin, während aus den Teleosteern höhere Vertebraten sich nicht gebildet haben.

1. Unterklasse. Selachii (Elasmobranchii, Chondropterygii), Knorpelfische.

Skelet knorplig; Haut mit Placoidschuppen; Kiemendeckel fehlt; gewöhnlich fünf äußere Kiemenöffnungen; hinterer Teil der Bauchflossen beim Männchen als Begattungsorgan funktionierend; Darm mit Spiralklappe.

1. Ordnung. Holocephala; Oberkiefer mit Schädel verwachsen; nur eine Kiemenöffnung.

Chimaera, etc.

2. Ordnung. Plagiostomata, Quermäuler; Mundöffnung liegt an der Unterseite der Schnauze, bildet eine Querspalte; auf jeder Seite fünf Kiemenöffnungen.

1. Unterordnung. Squalidae, Haie; Kiemenöffnungen zu den Seiten des Halses; Augen mit Lidern.

Scyllium; Pristiurus; Sphyrna, Hammerfisch; Carcharias, ist lebendig gebärend, (C. glaucus, Blauhai, ist der gefürchtete Menschenhai), etc.

2. Unterordnung. Rajae, Rochen; Rumpf mit den Flossen scheibenförmig; Kiemenlöcher an der Unterseite.

Raja; Torpedo, Zitterrochen (elektrischer Fisch) ist lebendig gebärend, etc.

2. Unterklasse. Ganoidei, Schmelzschupper.

Kiemen mit Kiemendeckel; Sehnerven ohne Chiasma; Ganoidschuppen; Darm mit Spiralklappe.

1. Ordnung. Chondrostei; Skelet zum Teil aus Knorpel bestehend.

Accipenserini, Störe; Körper bedeckt von Knochenschildern.

Accipenser sturio, Stör; A. huso, Hausen; A. ruthenus, Sterlet; der letztere hat den feinsten Kaviar und die beste Hausenblase.

Spatularia, Spatelfisch; Körper nackt.

2. Ordnung. Holostei; Skelet knöchern; nur wenige Gattungen recent, die meisten fossil in Devon und Kreide.

Polypterus; Amia, etc.

3. Unterklasse. Dipnoi, Doppelatmer, Lurchfische.

Fische mit Kiemen und Lunge; die letztere wird durch die mit Luftgang versehene Schwimmblase dargestellt; Nase öffnet sich in die Mundhöhle; Skelet zum größten Teile knorplig; Kiemendeckel vorhanden; Darm mit Spiralklappe.

1. Ordnung. Monopneumona; Schwimmblase unvollständig geteilt; fossil in Trias und Jura.

Recent: Ceratodus, in Australien.

2. Ordnung. Dipneumona; Schwimmblase paarig. Protopterus annectens, Afrika; Lepidosiren paradoxa, Brasilien.

4. Unterklasse. Teleostei, Knochenfische. Skelet knöchern; Kiemen mit Kiemendeckel; Sehnerven in einem Chiasma gekreuzt.

1. Ordnung. Lophobranchii, Büschelkiemer; Kiemen büschelförmig; Schnauze röhrenartig verlängert; Kiemendeckel bis auf eine kleine Öffnung von der Haut überzogen. Syngnathus, Meernadel; Hippocampus, Seepferdchen. Das Männchen trägt in einer am Bauche gelegenen Bruttasche die Jungen aus.

2. Ordnung. Plectognathi, Haftkiefer; Oberkiefer mit den Zwischenkiefern verwachsen; Kiemenspalt eng. Orthagoriscus, Mondfisch; Ostracion, Kofferfisch, etc.

3. Ordnung. Physostomi, Edelfische; die Bauchflossen, wenn vorhanden, stehen abdominal; Schwimmblase mit einem in den Mund sich öffnenden Luftgange versehen.

1. Familiengruppe. Physostomi apodes, Bauchflossen fehlen.

Gymnotus, Zitteraal (elektrischer Fisch); Muraena helena (wurde bei den alten Römern in besonderen Teichen gezüchtet); Anguilla vulgaris, gemeiner Aal. Der Aal (das Weibchen) wandert im Herbst zum Laichen ins Meer; im Frühjahr kommt die Aalbrut (wiederum nur Weibchen) in die Flüsse zurück, etc.

2. Familiengruppe. Physostomi abdominales; mit Bauchflossen.

Siluridae, Welse (S. glanis, gemeiner Wels); Malopterurus, Zitterwels (elektrischer Fisch); Cyprinidae, Karpfen (Cyprinus carpio, Karpfen, C. auratus, Goldfisch, C. carassius, Karausche; Tinca, Schleie); Exocoetus volitans, fliegender Fisch; Mormyrus; Salmonidae, Lachse (Salmo salar, Lachs, Salm; S. fario, Bachforelle); Clupeïdae, Heringe (Clupea harengus, Hering); Esocidae, Hechte (Esox lucius, Hecht), etc.

4. Ordnung. Pharyngognathi; vorderer Teil der Rücken-, After- und Bauchflossen aus ungegliederten Strahlen

bestehend; untere Schlundknochen mit einander verwachsen; Schwimmblase ohne Luftgang.

Labrus; Julis; Chromis, etc.

5. Ordnung. Anacanthini, Weichflosser; Schwimmblase, wenn vorhanden, ohne Luftgang; Schlundknochen getrennt.

Gadidae, Schellfische (G. morrhua, Dorsch, Kabeljau); Lota; Fierasfer acus, lebt in Holothurien, doch nicht parasitisch, indem er sich von kleinen Krustern ernährt. Pleuronectidae, Plattfische; dies sind die einzigen unsymmetrischen Vertebraten; die Augen stehen auf derselben (meist der rechten) Seite, diese ist gefärbt; die untere (meist linke) Seite ist ungefärbt. Die jungen Fische sind symmetrisch, die Augen normal gestellt. Zu den Pleuronectiden gehören: Hippoglossus (H. maximus wird 1 bis 3 m lang); Solea vulgaris, Seezunge; Pleuronectes platessa, Scholle, Goldbutt; Pleuronectes flesus, Flunder; Rhombus maximus, Steinbutt, etc.

6. Ordnung. Acanthopteri, Stachelflosser; untere Schlundknochen getrennt; Schwimmblase, wenn vorhanden, ohne Luftgang. Aus den zahlreichen Familien seien nur die folgenden erwähnt: Gobioideï; Scombridae (Thynnus, Tunfisch); Cataphracti (Trigla); Percoideï (Perca); Pediculati (Lophius), etc.

IV. Klasse. Amphibia, Lurche.

Haut nackt; am Hinterhaupte zwei Condylen; Rippen kurz oder ganz fehlend; kein äufserer Gehörgang; inneres Ohr stets ohne Schnecke; Herz mit zwei Vorkammern und einer Kammer; Entwicklung mit Metamorphose; im Larvenzustande Kiemen; bei manchen persistieren die Kiemen neben den Lungen.

1. Ordnung. Caudata (Urodela); Körper langgestreckt mit langem Schwanze; meist 4, selten nur 2 Extremitäten; bei der Metamorphose treten zuerst die Vorderfüfse auf.

1. Unterordnung. Ichthyodea, Kiemenlurche.

1. Tribus. Perennibranchiata; Kiemen bleiben erhalten.

Proteus anguineus, Olm; Siren lacertina, etc.

2. Tribus. Derotrema; ein Kiemenloch an jeder Seite des Halses.

Amphiuma; Menopoma; Cryptobranchus.

2. Unterordnung. Salamandrina, Molche; keine Kiemen; kein Kiemenloch.

Triton, Wassermolch; Salamandra, Erdmolch; Amblystoma (geschlechtsreife Larve mit Kiemen ist Siredon pisciformis, Axolotl).

2. Ordnung. Apoda (Gymnophiona); Körper wurmförmig; keine Füfse; kein Schwanz; Wirbel denen der Fische ähnelnd.

Coeciliidae, Blindwühlen (Epicrium glutinosum), Siphonops, etc.

3. Ordnung. Ecaudata (Anura, Batrachia), Frösche; Körper kurz; kein Schwanz; 4 Extremitäten; Larven geschwänzt, fufslos; bei der Verwandlung treten zuerst die Hinterfüfse auf.

1. Tribus. Aglossa; Zunge fehlt.

Fam. Pipidae (Pipa dorsigera, Wabenkröte).

Fam. Dactylethridae (Dactylethra capensis, Krallenfrosch).

2. Tribus. Oxydactylia; Zunge frei beweglich; Finger und Zehen spitz.

Fam. Ranidae, Wasserfrösche (Rana esculenta; R. fusca; R. mugiens, etc.).

Fam. Pelobatidae, Krötenfrösche, Erdfrösche (Alytes obstetricans, Geburtshelferkröte, das Männchen wickelt sich die Eierschnur um die Hinterfüfse; Pelobates fuscus, Knoblauchskröte; Bombinator igneus, Unke, Feuerkröte, etc.).

Fam. Bufonidae, Kröten (Bufo vulgaris, gemeine Kröte; Bufo viridis, grüne Kröte; Bufo calamita, Kreuzkröte, etc.).

3. Tribus. Discodactylia; Zunge vorhanden; Zehen breit, laufen an den Spitzen in Haftscheiben aus.

Hylidae, Laubfrösche (Hyla arborea, Laubfrosch; Notodelphys ovifera in Mexiko, die Weibchen haben eine Bruttasche am hinteren Teil des Rückens).

Fossil sind die Gonocephala (Archegosaurus) und die Labyrinthodonten (Mastodonsaurus).

V. Klasse. Reptilia, Reptilien.

Diese Klasse ist sehr nahe verwandt mit den Vögeln; die Tiere haben einen einfachen oder dreilappigen Hinterhauptshöcker; der Unterkiefer besteht aus zahlreichen Stücken, er ist

mit dem Schädel durch das Quadratbein gelenkig verbunden. Die roten Blutkörperchen sind kernhaltig; Milchdrüsen fehlen; Dotterfurchung partiell. Vögel und Reptilien sind in grob wahrnehmbarer Weise durch die äußeren Bedeckungen der Haut (Federn bei jenen, Schuppen bei diesen) unterschieden. Beide Klassen werden auch unter gemeinsamem Namen (Sauropsidae nach Huxley oder Monocondylia nach Häckel) zusammengefaßt.

1. Unterklasse. Plagiotremata (Lepidosauria), Schuppensaurier.

Haut mit Schuppen und Schildern; mit oder ohne Extremitäten; Afterspalte quer; Penis doppelt.

1. Ordnung. Ophidia (Serpentes), Schlangen.

Ohne Füße; ohne Schultergürtel; Zunge vorstreckbar, zweigespalten; meist frei bewegliche, verschiebbare Kiefer- und Gaumenknochen; keine Harnblase; keine Augenlider; Quadratbein beweglich. Die Ophidia sind aus den Sauria (Eidechsen) durch Verkümmerung der Beine hervorgegangen.

1. Unterordnung. Opoterodonta, Wurmschlangen.

Mundspalte eng, nicht erweiterungsfähig; nur in einem Kiefer, entweder im oberen oder unteren, Zähne; giftlos; kleine Tiere; leben von Ameisen und Termiten.

Typhlops; Stenostoma, etc.

2. Unterordnung. Colubriformia.

1. Familiengruppe. Aglyphodonta; derbe, furchenlose, Zähne in beiden Kiefern; giftlos.

Python; Boa (beides Riesenschlangen); Tropidonotus natrix, Ringelnatter; Coluber Aesculapii, Aesculapschlange; Coronella laevis, glatte Natter, etc.

2. Familiengruppe. Opisthoglypha; die Giftzähne, die an der Vorderfläche eine Furche haben, und an deren Wurzel der Ausführungsgang der in der Schläfengegend gelegenen Giftdrüse mündet, stehen hinter den glatten und furchenlosen Zähnen des Oberkiefers.

Dryophis, etc.

3. Unterordnung. Proteroglypha.

Der Oberkiefer hat vorn Giftzähne, dahinter stehen Hakenzähne am Gaumen, den Flügelbeinen und im Unterkiefer.

Fam. Elapidae, Prunknattern.

Naja tripudians, Brillenschlange; Naja haje, Schlange der Cleopatra, etc.

Fam. Hydrophidae, Seeschlangen; lebendig gebärend.

Hydrophis (Pelamis) bicolor; Platurus fasciatus, etc.

4. Unterordnung. Solenoglypha.

Kopf dreieckig; Schwanz relativ kurz; der Oberkiefer ist klein, hat jederseits einen hohlen Giftzahn und einen oder mehrere Ersatzzähne; am Gaumen und im Unterkiefer stehen solide Hakenzähne.

Fam. Viperidae, Ottern.

Vipera aspis, in waldigen Gebirgsgegenden von Südeuropa; Vipera ammodytes, Sandviper; Pelias berus, Kreuzotter.

Fam. Crotalidae, Grubenottern; zwischen Augen und Nase eine Grube.

Crotalus durissus, Klapperschlange, im südöstlichen Nordamerika; Crotalus horridus, Südamerika; Bothrops atrox, Brasilien, etc.

2. Ordnung. Sauria, Eidechsen.

Schultergürtel und Brustbein vorhanden; meist findet sich eine Paukenhöhle (mit sichtbarem Trommelfell); meist bewegliche Augenlider; Rachen nicht erweiterungsfähig; Nasenlöcher getrennt; Herzkammern unvollständig getrennt; Harnblase vorhanden; Körper beschuppt oder mit Schildern bedeckt; Füfse zum Gehen oder Klettern geeignet.

1. Unterordnung. Annulata, Ringelechsen.

Körper schlangenähnlich; Haut ohne Schuppen; Füfse kurz oder ganz fehlend.

Amphisbaena, etc.

2. Unterordnung. Vermilinguia, Wurmzüngler.

Wurmförmige Zunge, die weit vorgeschnellt werden kann; Körper seitlich komprimiert; Scheitelbeine nicht beweglich am Occipitale verschiebbar.

Chamaeleo, etc.

3. Unterordnung. Cinocrania.

Scheitelbeine stabförmig, ruhen auf den Flügelbeinen. Der Bau der Zunge ist von systematischer Bedeutung.

1. Gruppe. Crassilinguia, Dickzüngler; Zunge dick, kurz, fleischig, an der Spitze nicht ausgebuchtet, nicht vorstreckbar.

Fam. Ascalabotae, Geckonen; harmlose, durchaus nicht giftige Tiere; ihr nächtlicher Ruf klingt wie „Gecko".

Platydactylus, etc.

Fam. Iguanidae, Leguane (Baumagamen).

Iguana, etc.

Fam. Humivagae, Erdagamen.

Uromastix, etc.

2. Gruppe. Brevilinguia, Kurzzüngler; Zunge kurz und dick, wenig vorstreckbar, am Vorderende verdünnt, mehr oder weniger ausgeschnitten.

Fam. Scincoidae, Sandechsen.

Scincus officinalis, etc.

Fam. Ptychopleurae, Wirtelschleichen; Körper mit zwei seitlichen Hautfalten, die von kleinen Schuppen bekleidet sind.

Pygopus, etc.

3. Gruppe. Fissilinguia, Spaltzüngler, Zunge dünn, zweispitzig, vorstreckbar.

Fam. Lacertidae.

Lacerta vivipara (lebendig gebärend); Lacerta agilis, etc.

Fam. Ameividae, Tejueidechsen; leben in der neuen Welt.

Teju monitor; Schwanz 4 bis 5 Fuſs lang.

Fam. Monitoridae, Warneidechsen.

Monitor niloticus, frißt die Eier der Krokodile.

4. Unterordnung. Rhynchocephala.

Unbewegliches Quadratum; Kopulationsorgane fehlen.

Hatteria punctata, etc.

Fossil die Proterosauria und Thecodontes. Ferner die Dinosauria, riesige Landechsen, die in der Jurazeit und in der unteren Kreide gelebt haben. Campsognathus; Pterodactylus; Rhamphorhynchus.

2. Unterklasse. Hydrosauria, Wasserechsen.

Groſse, im Wasser lebende Tiere; Haut lederartig oder bepanzert; die Extremitäten sind entweder Ruderflossen oder Füſse, die Zehen sind durch Schwimmhäute verbunden; Zähne eingekeilt.

1. Ordnung. Enaliosauria.

Haut nackt, lederartig; Wirbel bikonkav; Ruderflossen; fossil in der Sekundärzeit; die riesigsten Meerbewohner.

Nothosaurus, im Trias; Plesiosaurus, in Jura und Kreide; Ichthyosaurus, in Jura und nur wenig in der Kreide.

2. Ordnung. Crocodilina (Loricata), Krokodile.

Kopfhaut liegt den Schädelknochen unmittelbar auf; in der Haut des übrigen Körpers Knochenschilder; Trommelfell unter einer häutigen Klappe, die beweglich ist; Zunge angewachsen; Zähne in Alveolen, Herzkammern vollständig getrennt.

Alligator; Crocodilus, etc.

3. Unterklasse. Chelonia, Schildkröten.

Körper von einer Kapsel umgeben, die aus Rücken- und Bauchschild besteht; die knöchernen Teile der Schilder gehören meist zum Hautskelet, verschmelzen aber auch mit der Wirbelsäule; Kiefer von Hornscheiden überzogen.

Chelonia, Seeschildkröte; Trionyx, Flufsschildkröte; Emys, Sumpfschildkröte; Testudo, Landschildkröte.

VI. Klasse. Aves, Vögel.

Haut mit Federn bedeckt; die vorderen Extremitäten sind Flügel; der obere Teil der Fufswurzel ist mit dem Unterschenkel, der untere mit dem Mittelfufse verschmolzen; Quadratbein beweglich; der Organismus der Vögel ist eine Weiterbildung des Reptilienkörpers durch Anpassung an die fliegende Lebensweise.

1. Unterklasse. Odonthornithes, Zahnvögel.

Zähne in beiden Kiefern; ausschliefslich fossile Tiere.

1. Ordnung. Ichthyornithes, Fischvögel.

Die Zähne stehen in getrennten Gruben; die Wirbel sind bikonkav; Brustbein mit Kiel; Flügel gut ausgebildet.

Ichthyornis; einige Arten haben Taubengröfse.

2. Ordnung. Odontoliae.

Die Zähne stehen in einer gemeinschaftlichen Grube; die Wirbel gleichen denen der recenten Vögel; Brustbein ohne Kiel; Flügel sind rudimentär.

Hesperornis (Hs. regalis; 5—6 Fufs lang), etc.

Von beiden Ordnungen sind über 20 Arten aus der oberen Kreide von Cansas bekannt.

3. Ordnung. Saururae, Eidechsenvögel.

Die Wirbelsäule geht in einen langen Schwanz aus, der mit 2 Reihen von Steuerfedern besetzt ist; die Mittelhandknochen sind getrennt.

Archaeopteryx, aus dem Oolith von Solenhofen.

2. Unterklasse. Aves s. str., recente Vögel.

4. Ordnung. Urinatores, Kurzflügler.

Der komprimierte Schnabel ist hart und spitz; die Flügel sind kurz, zuweilen statt der Federn mit Schüppchen bedeckt; die Beine stehen sehr weit hinten; der Lauf ist kurz, kräftig, mit körniger Haut oder teilweise getäfelt; an den Vorderzehen finden sich Schwimmhäute; die zuweilen fehlende Innenzehe ist nach hinten gerichtet.

Aptenodytes, Pinguin; Uria, Lumme; Mormon, Papageitaucher; Alca, Alk; Podiceps, Steifsfufs; Colymbus, Taucher.

5. Ordnung. Longipennes, Langflügler.

Der seitlich zusammengedrückte Schnabel besitzt eine zackige Kuppe; Nasenlöcher spiralförmig oder in Röhren verlängert; Flügel lang, spitz; Schienen sind bis zum Fersengelenke befiedert; Lauf ziemlich hoch, mit körniger Haut oder mit Schildern; an den Vorderzehen Schwimmhäute; die kleine, zuweilen fehlende Innenzehe nach hinten gerichtet.

Sterna, Seeschwalbe; Larus, Möwe; Procellaria, Eisvogel; Diomedea, Albatrofs, etc.

6. Ordnung. Steganopodes, Ruderfüfser. Oberschnabel jederseits mit einer Furche; Flügel mit langen spitzen Schwingen; Schienen bis zum Fersengelenke befiedert; Lauf körnig; die nicht nach hinten gerichtete Innenzehe ist mit den übrigen Zehen durch eine vollständige Schwimmhaut verbunden.

Phaëton, Tropikvogel; Phalacrocorax, Kormoran; Sula, Tölpel; Pelecanus, Pelikan, etc.

7. Ordnung. Anatides, Entenvögel.

Der Schnabel ist weich, nur an der Spitze hart, seine Ränder sind gesägt oder gezähnelt; Zunge fleischig; Flügel mäfsig lang; Fersengelenk nackt; Schienen befiedert; Lauf kurz mit körniger Haut; Vorderzehen durch vollständige Schwimmhaut verbunden; Innenzehe nach hinten gerichtet.

Anas, Ente; Mergus, Sägetaucher; Anser, Gans; Cycnus, Schwan; Phoenicopterus, Flamingo, etc.

8. Ordnung. Ciconiae, Storchvögel.

Schnabel an der Basis gewöhnlich so hoch und breit, wie der Kopf, aber stets länger als derselbe, ohne Wachshaut; Augengegend, Zügel, manchmal sogar der ganze Kopf nackt; Hals und Beine gewöhnlich sehr verlängert; Lauf und unterer Teil der Schienen vorn und hinten genetzt oder vorn quer getäfelt; Hinterzehen lang, treten auf, Vorderzehen haben breite Bindehaut.

Ciconia, Storch; Ardea, Reiher; Ibis, Ibis; Platalea, Löffelreiher, etc.

9. Ordnung. Grallae, Wadvögel.

Schnabel entweder schlank und deutlich abgesetzt oder dick und kürzer als der Kopf, an der Spitze mit Hornkuppe bedeckt; Zügel gewöhnlich dicht befiedert, selten nackt; Hals im Verhältnis zu den Beinen verlängert; Schienen im unteren Abschnitte meist nackt; Lauf verlängert.

Grus, Kranich; Gallinula, Rohrhuhn; Fulica, Wasserhuhn; Crex, Schnarre; Otis, Trappe; Vanellus, Kiebitz; Charadrius, Regenpfeifer; Machetes, Kampfhahn; Scolopax, Schnepfe, etc.

10. Ordnung. Brevipennes, Straufsenvögel.

Schnabel meist platt; Oberschnabel vorragend, mit seitlicher Furche, in welcher die Nasenlöcher sich finden; Hals lang; Flügel rudimentär; Schwingen weich, zum Fliegen nicht geeignet; Schienen am oberen Teile dick und befiedert; Lauf verlängert; Zehen relativ kurz; Nägel breit und platt.

Struthio, Straufs; Rhea, Nandu (amerikanischer Straufs); Dromaeus, neuholländischer Kasuar; Casuarius, indischer Kasuar; Apteryx, Kiwi, etc.

11. Ordnung. Rasores; Hühner.

Schnabel ist meist halb so lang, wie der Kopf, an der Spitze mit einem kuppenkörmig abgesetzten Nagel; Ränder übergreifend; Flügel kurz; Schienen gewöhnlich ganz befiedert; Nägel platt und stumpf.

Meleagris, Truthahn; Numida, Perlhuhn; Pavo, Pfau; Gallus, Huhn; Phasianus, Fasan; Coturnix, Wachtel; Perdix, Rebhuhn; Tetrao, Waldhuhn; Syrraptes, Steppenhuhn, etc.

12. Ordnung. Columbae, Tauben.

Der gerade, komprimierte Schnabel hat nur an der gewölbten Kuppe eine hornige Scheide; die Schnabelränder greifen

nicht übereinander; die Nasenlöcher liegen unter einer Klappe; Zunge weich; Schienen und manchmal der obere Abschnitt des Laufes befiedert; Nägel stumpf.

Palumbus, Ringeltaube; Columba, Taube; Turtur, Turteltaube; Didus, Dronte, etc.

13. Ordnung. Raptatores, Raubvögel.

Schnabel mehr oder weniger gekrümmt; Oberschnabel hakig übergreifend; Schienen bis zur Ferse befiedert; Innenzehe nach hinten gerichtet, in gleicher Höhe, wie die übrigen Zehen; Krallen spitz, gekrümmt.

Vultur, Geier; Falco, Falk (Aquila, Adler; Buteo, Bussard; Astur, Habicht; Falco candicans, Jagdfalk; Cirrus, Weih), Strix, Eule; Bubo, Uhu, etc.

14. Ordnung. Passerinae, Sperlingsvögel.

Schnabel ohne Wachshaut, verschieden gestaltet; Schienbein bis zu der Ferse befiedert; die Innenzehe, welche nach hinten gerichtet ist, ist stärker und länger als die zweite Zehe; die beiden äußeren Zehen im ganzen ersten Gliede mit einander verbunden; an der Teilung der Trachea ein Singapparat.

1. Unterordnung. Oscines, Singvögel.

Unterer Kehlkopf von Trachea und Bronchien gebildet, mit meistens 5 Paar Muskeln.

Corvidae, Raben; Sturnidae, Stare; Paridae, Meisen; Oriolidae, Pirole; Muscicapidae, Fliegenschnäpper; Hirundinidae, Schwalben; Turdidae, Drosseln; Sylviidae, Grasmücken; Alaudidae, Lerchen; Fringillidae, Finken (Fringilla domestica, Haussspatz, brütet fünfmal), etc.

2. Unterordnung. Clamatores, Schreivögel.

Unterer Kehlkopf entweder nur von der Trachea gebildet oder es hat auch Beteiligung der Bronchen statt, dann sind ein bis 3 Paar Muskeln beiderseits vorhanden; meist amerikanische Vögel.

Dendrocolaptidae, etc.

15. Ordnung. Cypselomorphae, mauerschwalbenartige Vögel.

Schnabel flach, mehr als doppelt so breit wie lang; Vorderarm und Hand länger als der Oberarm; Schienen und oberer

Teil des Laufes befiedert; Füfse schwach, zum Gehen fast unbrauchbar.

Trochilus, Kolibri; Cypselus, Mauerschwalbe; Caprimulgus, Ziegenmelker, etc.

16. Ordnung. Pici, Spechte.

Schnabel gerade; Zunge dünn, vorstreckbar; Schienen bis zur Ferse befiedert; Mittelzehen an der Basis verbunden; Innenzehe klein, nach hinten gerichtet; Aufsenzehe nach hinten gewandt.

Picus, Specht; Jynx, Wendehals, etc.

17. Ordnung. Coccygomorphae, Kuckuckartige Vögel.

Der verlängerte Schnabel zeigt eine verschiedenartige Gestaltung, er ist manchmal beweglich mit dem Schnabel verbunden; Schienen gewöhnlich bis zur Ferse befiedert;

Coracias, Blauracke; Upupa, Wiedehopf; Alcedo, Eisvogel; Buceros, Nashornvogel; Cuculus, Kuckuck, etc.

18. Ordnung. Psittaci, Papageien.

Oberschnabel stark gekrümmt; Zunge dick, fleischig; Schienen bis zur Ferse befiedert; Mittelzehen an der Basis geheftet; äufsere und innere Zehe nach hinten gewandt.

Cacatuinae, Kakadu; Sittacinae, Sittiche; Psittacinae, Papageien; Lorinae, Lori, etc.

Die zehnte Ordnung bezeichnet man auch als Ratitae und stellt sie allen anderen Ordnungen gegenüber, die man unter dem Namen Carinatae zusammenfafst. Die erstere hat keinen Brustbeinkamm und unterscheidet sich von der anderen Gruppe dadurch auf das schärfte, die ein Pectus carinatum besitzt.

VII. Klasse. Mammalia, Säuger.

Die Haut ist gewöhnlich mit Haaren bedeckt. Das Hinterhaupt artikuliert durch doppelten Gelenkhöcker mit dem ersten Halswirbel. In den Kiefern stehen fast immer Zähne. Der Unterkiefer ist direkt und gelenkig mit dem Schädel verbunden. Das Herz ist vollständig in ein rechtes und linkes Herz getrennt. Das Zwerchfell ist vollständig und trennt Brust- und Bauchhöhle von einander. Zur Ernährung der Jungen sind besondere Organe vorhanden, die Milchdrüsen.

Je nach ihrer Stellung und Form unterscheidet man verschiedene Arten von Zähnen: Schneidezähne, Dentes

incisivi (i), Eckzähne, Dentes canini (c), vordere Backenzähne, Dentes praemolares (p) und Mahlzähne, Dentes molares (m). Häufig findet sich ein Milchgebifs (Dentes decidui), welches dem definitiven vorausgeht; die Milchzähne werden mit d bezeichnet. Es ist also di^1 = erster Milchschneidezahn. Die Prämolaren treten an die Stelle der Backenzähne des Milchgebisses, die Molaren sind keinem Wechsel unterworfen, sondern treten erst beim Ersatz des Milchgebisses durch das definitive Gebifs, bei der Dentition, auf.

A. Ornithodelphia.

Hier findet sich eine Kloake, da sich der Ausführungsgang des Urogentialapparates mit dem Enddarme vereinigt.

1. Ordnung. Monotremata, Kloakentiere.

Zahnlos oder nur mit Hornzähnen ausgestattet; die Milchdrüsen entbehren der Zitzen.

Ornithorhynchus paradoxus, Schnabeltier, in Neu-Süd-Wales und van Diemensland. Echidna hystrix, Ameisenigel, in van Diemensland.

Fossile Formen, welche die Monotremen mit niederen Wirbeltieren verbänden, sind bisher noch nicht bekannt geworden.

B. Didelphia.

Es fehlt hier, wie bei den Ornithodelphen, eine innige Verbindung der Frucht mit der Mutter; beide Gruppen werden daher auch unter dem Namen der Aplacentalia den übrigen Säugern gegenübergestellt. Die Vagina ist meistens in zwei Gänge gespalten. Die Zitzen der Milchdrüsen liegen in einem Beutel (Marsupium), der von zwei Knochen gehalten wird, oder sie finden sich unter Hautfalten. Die Jungen, welche unausgebildet geboren werden, saugen sich an den Zitzen fest und werden in dem Beutel ausgetragen.

2. Ordnung. Marsupialia, Beuteltiere.

Die recenten Formen dieser Ordnung kommen ausschliefslich in Australien vor; durch Anpassung an verschiedene Existenzbedingungen ist ein eigentümlicher Parallelismus mit den übrigen Ordnungen entstanden, der aber keine verwandtschaftlichen Hinweise enthält. In Europa sind die Beutler, die wahrscheinlich aus Monotremen sich entwickelt haben und früher sehr zahlreich waren, nach dem unteren Miocän verschwunden.

1. Unterordnung. Rapacia, fleischfressende Beutler.

Schneide-, Eck- und Backenzähne in beiden Kinnladen.

Dasyurus, Beutelmarder; Perameles, Beuteldachs; Didelphys, Beutelratte, etc. In dieser Unterordnung gehören mehrere fossile Gattungen, darunter Thylacolex (in Australien), die Löwengröfse hatte. Zu den placentalen Raubtieren scheinen, dem Gebisse nach zu schliefsen, die fossilen Hyaenodon und Pterodon überzuleiten.

2. Unterordnung. Carpophaga, früchtefressende Beutler.

Im Oberkiefer grofse Schneidezähne und stets Eckzähne; im Unterkiefer jederseits ein meifselförmiger Schneidezahn, keine Eckzähne; die Innenzehe der hinteren Extremitäten kann opponiert werden (Daumen); Schwanz lang (Wickel- oder Greifschwanz).

Phalangista, Kusu; Petaurus, Flugbeutler; Phascolarctus, Koala, etc.

3. Unterordnung. Poëphaga, grasfressende Beutler, Känguruhs.

Im Unterkiefer meifselförmige Schneidezähne; Vorderbeine schwach; Hinterbeine kräftig, zum Springen geeignet.

Macropus, etc.; Diprotodon (fossil), etc.

4. Unterordnnng. Rhizophaga, wurzelfressende Beutler.

Gebifs nagetierähnlich; im Oberkiefer und Unterkiefer je ein meifselförmiger Schneidezahn; Eckzähne fehlen.

Phascolomys, Wombat.

C. Monodelphia.

In die Gruppe der Monodelphen gehört die Hauptmasse der jetzt lebenden Säugetiere; dieselben treten geologisch später auf, als die Marsupialien und sind von den beiden vorigen Gruppen durch die innige Verbindung zwischen Mutter und Frucht ausgezeichnet. Die Verbindung wird durch den Mutterkuchen (Placenta) hergestellt und die Monodelphen daher auch als Placentalia bezeichnet. Bei der Geburt der Frucht wird die Schleimhaut des Fruchthalters mit ausgestofsen oder aber dies findet nicht statt. Man teilt in Hinsicht auf diesen Umstand die Monodelphen in zwei Hauptgruppen ein, in die Adeciduata (ohne Ausstofsung der Schleimhaut) und die Deciduata (mit Ausstofsung der Schleimhaut).

α. Adeciduata.

3. Ordnung. Edentata s. Bruta, Zahnarme.

Unvollständig bezahntes Gebifs, Zähne ohne Wurzeln und Schmelz. In die Diluvialzeit fällt die Hauptentwicklung dieser Ordnung, in der sie in riesigen Formen vorkam.

1. Unterordnung. Vermilinguia, Ameisenfresser.

Zunge wurmförmig; Schnauze verlängert, spitz; Mundöffnung eng; Kiefer schwach.

Orycteropus, Erdferkel; Manis, Schuppentier; Myrmecophaga, Ameisenbär, etc.

2. Unterordnung. Cingulata, Gürteltiere.

Körper mit einem Hautpanzer aus knöchernen Tafeln bedeckt; Extremitäten kurz; den Gürteltieren, mit Ausnahme von Dasypus, fehlen die Vorderzähne.

Dasypus, Armadill, etc.

3. Unterordnung. Bradypoda, Faultiere.

Kopf rundlich, affenähnlich; Vorderextremitäten sehr lang; Schneidezähne fehlen.

Bradypus, etc. Fossil: Megatherium; Mylodon, etc.

4. Ordnung. Cetacea, Wale.

Unbehaarte Tiere; Körper spindelförmig; Vorderfüfse flossenähnlich; Hinterfüfse fehlen; Schwanz in eine horizontal gestellte Flosse ausgebreitet; Nasenlöcher sind Spritzlöcher, stehen nahe am Scheitel; die Zitzen finden sich neben dem After; leben im Wasser.

1. Unterordnung. Denticete, Zahnwale.

Kegelförmige Zähne in beiden oder in nur einem Kiefer; Fleischfresser.

Delphinus; Monodon; Physeter, Pottwal, etc.

2. Unterordnung. Mysticete, Bartenwale.

Kopf sehr grofs; an Stelle der Zähne Barten; Pharynx eng; fressen nur kleine Meerestiere (Cetochilus, Clio).

Balaena mysticetus, Grönlandwal; Balaenoptera, etc.

5. Ordnung. Sirenia, Seekühe.

Vorderextremitäten flossenartig, im Ellbogengelenke beweglich; die Nasenlöcher öffnen sich vorn an der Schnauze; Zitzen an der Brust.

Halicore; Rhytina, etc.

6. Ordnung. Perissodactyla, Unpaarzeher.

In beiden Kiefern stehen Schneidezähne; 5, 3 Zehen oder nur eine Zehe; die Tapire haben vorn 4, hinten 3 Zehen; der Magen ist einfach. In dieser Ordnung gehören zum Teil die Dickhäuter der alten Systeme und die Pferde.

Palaeotherium (fossil); dreizehige Füfse, tapirähnlicher Schädel; Tapirus; Rhinoceros; Hipparion gracile, fossil im Ober-Miocän; mit einer Hauptzehe und zwei Afterzehen; Anchitherium, dreizehig, fossil; Equus, Zahnformel i $\frac{3}{3}$, c $\frac{1}{1}$, m $\frac{6}{6}$; (E. caballus, Pferd; E. asinus; E. hemionus, Dschiggetai; E. quagga; E. zebra), etc.

7. Ordnung. Artiodactyla, Paarzeher.

Die Schneidezähne des Oberkiefers und die Eckzähne sind nicht immer vorhanden; treten meist mit zwei Zehen auf; innere und äufsere Zehe sind Afterzehen; Magen häufig zusammengesetzt. Schon im Eocän zeigt sich die Trennung in Höckerzähner und Sichelzähner.

1. Unterordnung. Pachydermata.

Magen einfach; bei den Schweinen ist meist der Eckzahn ohne Wurzel.

Anthracotherium, fossil im Eocän; *Fam.* Suidae, Schweine; die Kulturrassen des Schweines stammen von Sus scrofa, Wildschwein ab, etc; *Fam.* Obesa, mit Hippopotamus.

2. Unterordnung. Ruminantia, Wiederkäuer.

Gebifs unvollständig; Magen zusammengesetzt; Uterus bicornis; Zitzen liegen in der Inguinalgegend.

Hyopotamus, fossil, Mittel-Eocän, etc.; Auchenia glama, Lama; Camelopardalis giraffa, Giraffe; Tragulidae, Zwergmoschustiere; Cervus capreolus, Reh; Cervus elaphus, Edelhirsch; Cervus vulgaris, Damhirsch; Moschus moschiferus, Moschustier; Antilopinae, Antilopen; Ovis aries, Schaf; Capra hircus, Hausziege; Bovinae, Rinder (Bubalus buffelus, Büffel; Bison europaeus, Wisent, Auerstier; Bos primigenius, Ur; von ihm stammt das Hausrind, Bos taurus ab), etc.

β. Deciduata.

8. Ordnung. Proboscidea; Rüsseltiere.

Die Nase ist in einen langen Rüssel verlängert; die Schneidezähne sind kegelförmige Stofszähne geworden; die Backenzähne haben entweder Querjoche und eine ununterbrochene Schmelzlage, oder sie sind zusammengesetzt.

Mastodon, fossil, existierte in Amerika noch zur Quaternärzeit; Dinotherium, fossil; Elophas, recent. Loxolophodon und Dinoceras aus dem Eocän von Nordamerika haben drei Paar Hörner, sehr weit hervorstehende Eckzähne im Oberkiefer und sechs Backenzähne, die an die der Tapire erinnern. Sie werden als Bindeglieder der Proboscidеn und Perissodactylen betrachtet.

9. Ordnung. Lamnungia, Klippschliefer.

Gebifs ist dem der Nagetiere ähnlich; die Vorderfüfse haben 4, die Hinterfüfse 3 Zehen; nur an der inneren Zehe der Hinterfüfse findet sich eine Kralle; die Placenta ist gürtelförmig.

Einzige Gattung: Hyrax.

10. Ordnung. Ferae s. Carnivora, Fleischfresser, Raubtiere.

In den Kiefern finden sich 6 Schneidezähne, zwei Eckzähne; unter den Backenzähnen unterschied Cuvier: Lückenzähne, Reifszähne und Mahlzähne; richtiger ist die gegenwärtige Einteilung in Praemolares, welche an die Stelle der Backenzähne des Milchgebisses treten, und Molares. Die Tiere sind Sohlen- oder Zehengänger.

Fam. Canidae, Hunde (C. lupus, Wolf; C. aureus, Schakal; C. familiaris, Haushund; C. vulpes, Fuchs, etc.).

Fam. Ursidae, Bären (Ursus maritimus, Eisbär; Procyon lotor, Waschbär, etc.)

Fam. Viverridae, Zibethkatzen (Viverra zibetha; Herpestes ichneumon, Pharaonsratte, etc.).

Fam. Mustelidae, Marder (Mustela martes, Edelmarder; Putorius putorius, Iltis; Lutra vulgaris, Fischotter; Meles taxus, Dachs; Mustela zibelina, Zobel, etc.).

Fam. Hyaenidae, Hyänen (Hyaena striata, in Afrika, etc.).

Fam. Felidae, Katzen (Felis leo, Löwe; F. concolar, Puma; F. tigris, Tiger; F. onca, Jaguar; F. pardalis, Pantherkatze, F. pardus, Panther oder Leopord; F. catus, wilde Katze; F. domestica, Hauskatze; Lynx lynx, Luchs, etc.).

Hier mögen einige Zahnformeln der Raubtiere folgen; zum Verständnisse derselben sei vorausgeschickt, dafs über dem Striche die Zähne des Oberkiefers, unter demselben die des Unterkiefers stehen; links vom Punkte sind die Zähne der linken Gebifshälfte, rechts die der rechten angeführt.

Ursus $i\frac{3.3}{3.3}$, $c\frac{1.1}{1.1}$, $p\frac{4.4}{4.4}$, $m\frac{2.2}{3.3}$. Viverra $i\frac{3.3}{3.3}$, $c\frac{1.1}{1.1}$, $p\frac{4.4}{4.4}$, $m\frac{2.2}{2.2}$. Mustela $i\frac{3.3}{3.3}$, $c\frac{1.1}{1.1}$, $p\frac{4.4}{3.3}$, $m\frac{1.1}{2.2}$. Canis $i\frac{3.3}{3.3}$, $c\frac{1.1}{1.1}$, $p\frac{4.4}{4.4}$, $m\frac{2.2}{3.3}$. Hyaena $i\frac{3.3}{3.3}$, $c\frac{1.1}{1.1}$, $p\frac{4.4}{3.3}$, $m\frac{1.1}{1.1}$. Felis $i\frac{3.3}{3.3}$, $c\frac{1.1}{1.1}$, $p\frac{3.3}{2.2}$, $m\frac{1.1}{1.1}$.

11. Ordnung. Pinnipedia, Robben.

Die Pinnipeden sind mit den Carnivoren nahe verwandt, doch sind ihre Extremitäten durch Anpassung an das Wasserleben zu fünfzehigen Flossen geworden; eine Schwanzflosse fehlt; Gebifs vollständig; die Backenzähne einförmiger als bei den Carnivoren.

Phoca, Seehund; Trichechus rosmarus, Walrofs, etc.

Die Ordnungen 8 bis 11 haben eine gürtelförmige Placenta (Zonoplacentalia), die folgenden Ordnungen besitzen eine scheibenförmige Placenta (Discoplacentalia).

12. Ordnung. Prosimiae, Halbaffen.

Mit den Affen haben die zu dieser Ordnung gehörenden Tiere nur die Möglichkeit der Opposition der grofsen Zehen an beiden Extremitätenpaaren (Daumen) gemein; Gebifs zum Teil dem der Insektenfresser, zum Teil dem der Nager ähnelnd; Orbita nicht geschlossen; Zitzen an der Brust und am Bauche.

Tarsius; Lemur; Chiromys, etc.

13. Ordnung. Glires s. Rodentia, Nagetiere.

In den Kiefern je zwei meifselförmige Schneidezähne, die im Verhältnisse zur Abnutzung nachwachsen und nur an der Vorderseite Schmelz besitzen; Eckzähne fehlen; 3 bis 6 schmelzfaltige Backenzähne; Zehen frei, mit Krallen.

Fam. Leporidae, Hasen (Lepus timidus, Hase; L. cuniculus, Kaninchen; Lagomys alpinus, Alpenpfeifhase, etc.).

Fam. Subungulata, Halbhufer (Dasyprocta aguti, Goldhase, etc.).

Fam. Hystricidae, Stachelschweine (Hystrix cristata, Stachelschwein; Cercolabes, etc.).

Fam. Octodontidae, Trugratten oder Schrotmäuse (Octodon, etc.).

Fam. Lagostomidae, Hasenmäuse (Lagostomus; Eriomys, etc.).

Fam. Dipodidae, Springmäuse (Dipus; Pedetes caffer, Springhase, etc.).

Fam. Muridae, Mäuse (Mus musculus, Hausmaus; Mus rattus, Hausratte; Mus decumanus, Wanderratte, etc.).

Fam. Arvicolidae, Wühlmäuse (Arvicola amphibius, Wasserratte; Hypudaeus, etc.).

Fam. Georhychidae, Wurfmäuse (Georhychus, etc.).

Fam. Castoridae, Biber (Castor fiber, Biber).

Fam. Myoxidae, Schläfer (Myoxus avellanarius, Haselmaus, etc.).

Fam. Sciuridae, Eichhörnchen (Sciurus vulgaris, Eichhörnchen; Pteromys volans, Flughörnchen, etc.).

14. Ordnung Insectivora, Insektenfresser.

Treten mit der ganzen Fufssohle auf; Füfse meist fünfzehig; Gebifs aus Schneide-, Eck- und Backenzähnen bestehend, die letzteren haben scharfe Spitzen.

Erinaceus, Igel; Sorex, Spitzmaus; Talpa, Maulwurf, etc.

15. Ordnung. Volitantia s. Chiroptera, Fledermäuse.

Gebifs vollständig bezahnt; die Finger der Hand verlängert, zwischen ihnen sind Flughäute ausgespannt und ebenso zwischen Vorder- und Hinterbeinen und zwischen den Schenkeln; Zitzen an der Brust.

1. Unterordnung. Frugivora, früchtefressende Fledermäuse.

Pteropus, fliegender Hund, etc.

2. Unterordnung. Insectivora, insektenfressende Fledermäuse.

Vespertilio murinus, Fledermaus; Vampyrus, Vampyr, etc.

16. Ordnung. Primates s. Pitheci (Simiae), Affen. Gebifs vollständig; an den Füfsen ist die grofse Zehe opponierbar (Daumen); Orbitae geschlossen; 2 Zitzen an der Brust.

1. Unterordnung. Arctopitheci, Krallaffen, in Südamerika.

Hapale, Seidenaffe; Midas rosalia, Löwenäffchen, etc.

2. Unterordnung. Platyrrhini, Plattnasen; Affen der neuen Welt.

Nasenscheidewand breit; Schwanz als Greif- oder Wickelschwanz benutzt.

Fam. Pithecidae (Pithecia Satanas; Callithrix personata, Springaffe, etc.).

Fam. Cebidae (Cebus capucinus, Kapuzineraffe; Ateles Belzebuth; Mycetes niger, Brüllaffe, etc.).

3. Unterordnung. Catharrhini, Schmalnasen; Affen der alten Welt.

Nasenscheidewand schmal; Nasenlöcher nach unten gerichtet; der Schwanz nie als Greif- oder Wickelschwanz benutzt, häufig stummelförmig, bei den Anthropoiden ganz wegfallend.

Fam. Cynocephalidae, Hundskopfaffen, Paviane (Cynocephalus Babuin, Mantelpavian; Papio mormon, Mandrill, etc.).

Fam. Cercopithecidae, Meerkatzen (Macacus cynomolgus, Makake; Rhesus nemestrinus, Schweinsaffe; Cercopithecus sabaeus, grüne Meerkatze, etc.).

Fam. Semnopithecidae, Schlankaffen (Semnopithecus nasicus, Nasenaffe, auf Borneo; S. entellus, heiliger Affe der Inder, etc.).

Fam. Anthropomorphae, Menschenaffen.

Gesicht menschenähnlich; kein Schwanz; Hände lang; keine Gesäfsschwielen; keine Backentaschen.

Hylobates syndactylus, Gibbon; Satyrus orang, Orang-Utang; Gorilla engena, Gorilla; Troglodytes niger, Schimpanse.

17. Ordnung. Homines, Menschen (Homo sapiens).

Haut und Hautskelet.

Die äufsere Haut der Vertebraten (Integumentum commune externum) wird von zwei Schichten gebildet, einer inneren oder Lederhaut (Corium, Cutis) und einer äufseren oder Oberhaut (Epidermis). Die erstere geht meist ohne scharfe Grenze in das Unterhautgewebe (Unterhautbindegewebe, -zellgewebe) über, welches vielfach in reicher Menge Fett enthält. Die Epidermis besteht aus zwei Schichten, dem Stratum corneum, welches die oberste, verhornende Partie darstellt, und dem Stratum (Rete) Malpighii, der Schleimschicht. Die Gefäfse, Nerven, Drüsen, die Pigmente und die Knochenbildungen haben ihren Sitz im Corium, das vorwiegend durch elastische und bindegewebige Fasern gebildet wird. In der Haut finden sich häufig Federn, Haare; die Nägel, Krallen, Hufe und Hörner sind Hautgebilde (epidermoidale Gebilde). Man unterscheidet, das sei hier mit eingefügt, zwischen Hörnern und Geweihen. Die Hörner sind hohl, überziehen einen Knochenzapfen und fallen nicht ab; die Geweihe haben solide Zapfen, sind knöchern und werden jährlich, zur Brunstzeit, abgeworfen und wieder ersetzt.

Der Amphioxus hat im Larvenstadium ein Wimperkleid; während bei dem erwachsenen Tiere, ebenso wie bei den Cyclostomen und den Dipnoërn ein mit Poren versehener Cuticularsaum vorhanden ist.

In der Haut der Fische kommen Pigmentzellen vor, die zum Teil mit Nervenfasern in Verbindung stehen. Muskeln und Drüsen, wie sie bei den übrigen Vertebraten sich finden, fehlen.

Die Schuppen sind keine Wucherungen der Epidermis, sondern entstehen als Ossifikationen des Corium.

Bei den Amphibien hat die Haut einen aufserordentlichen Reichtum an Drüsen, die nach der Natur ihres Sekretes als Mucin- und als Giftdrüsen zu unterscheiden sind. Die letzteren sind besonders stark entwickelt bei den Salamandrinen, bilden in der Ohrgegend eine dicke Auf-

treibung (Parotis) und haben ein milchweifses Sekret. In der Cutis findet sich Pigment, das in amorpher Beschaffenheit und in Gestalt strahliger Pigmentzellen vorhanden ist. Die letzteren, Chromatophoren genannt, können unter dem Einflusse des Nervensystems ihre Fortsätze einziehen, und dadurch wird ein Farbenwechsel der Haut bedingt.

Die Haut der Reptilien ist sehr drüsenarm; bei den Eidechsen kommen Drüsen nur als Schenkeldrüsen an der ventralen Fläche des Oberschenkels vor. Durch Proliferation der Epidermiszellen kommen die verschiedenenartigsten Bildungen an der Oberhaut zustande, die man, je nach ihrem Aussehen, als Schuppen, Höcker, Stacheln, Schilder (Schildpatt), Krallen etc. bezeichnet. Die Pigmentzellen bedingen, wie bei den Amphibien, einen Farbwechsel, der bei Chamaeleon eine grofse Lebhaftigkeit zeigt.

In der Haut der Vögel, deren Corium sehr dünn ist, stehen Federn, durch welche dieselbe ihr charakteristisches Aussehen erhält. An die Basen der Federn setzen sich Muskelfasern an, durch deren Kontraktion das Sträuben (Aufrichten) der Federn hervorgebracht wird. Über die Bildung der Feder ist folgendes zu erwähnen. An der Cutis entsteht eine papillenartige Hervorwölbung, die zu einem langen, spitzen Kegel, dem Federkeime, auswächst, während zugleich die Seiten der Papille sich tiefer einsenken und so eine Tasche, den Federfollikel, bilden. Durch Wucherung der Malpighi'schen Schicht des Federkeimes entstehen Falten, die radiär zur Keimachse angeordnet sind. Dieselben verhornen, lösen sich von den sie umgebenden Falten ab, ihre centrale Substanz vertrocknet und so entsteht ein Büschel von Hornstrahlen, das vom Stratum corneum einheitlich zusammengehalten wird. Mit so beschaffenem Federkleide schlüpfen die meisten jungen Vögel aus. Die Hornschicht wird abgestofsen, dadurch werden die Hornstrahlen frei, die alle von gleicher Beschaffenheit sind (Embryonaldune, Pluma) und am unteren Abschnitte, der Federspule, zusammenhängen. Die definitive Feder, welche die Embryonaldune verdrängt, bildet sich in einem Follikel, der unterhalb derjenigen der Embryonaldune entsteht. Durch sein Wachstum wird die embryonale Feder schliefslich aus der Haut herausgestofsen. Die definitive Feder ähnelt im Anfange der embryonalen; eine der Strahlen aber wächst stärker als

die übrigen, nimmt diese in sich auf und stellt so den Kiel der Feder her. Der basale Teil des Kiels, der in der Haut steckt, wird Spule genannt, der über die Haut hervorragende Teil heifst Schaft (Rhachis), die Seitenstrahlen bilden die Fahne (Vexillum). Die in der Federspule steckende Papille sondert Membranen ab, welche Federseele genannt werden. Dies sind die Konturfedern (Pennae).

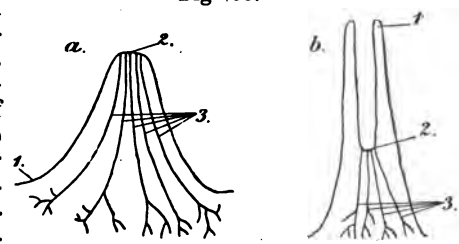
Knochenbildungen und Kalkablagerungen fehlen in der Haut der Vögel vollkommen; die Drüsen sind reduziert, es findet sich nur eine einzige, die Bürzeldrüse (Glandula uropygii), die am hintersten Ende des Schwanzes gelegen ist und deren Sekret zum Einfetten der Federn dient.

Die Haut der Säuger ist hauptsächlich durch die Ausbildung der Haare charakterisiert, über deren Entstehung die gangbaren Lehrbücher der Histiologie nachzuschlagen sind. An die Haarbälge setzen sich glatte Muskeln an (Arrectores pili) und in sie münden Talgdrüsen. Aufserdem finden sich in der Haut die Schweifsdrüsen, die nur wenigen Tieren fehlen.

Hautgebilde sind ferner, wie bereits erwähnt, Nägel, Hufe, Klauen, etc. Das Pigment findet sich stets in den Zellen des Rete Malpighii.

Modifizierte Hautdrüsen, und zwar Talgdrüsen, sind die Milchdrüsen (Mammae), die in enger Beziehung zur Fortpflanzung stehen. Als Ausgangspunkt dürfte die vielleicht nur periodisch auftretende Mammartasche von Echidna zu betrachten sein. Bei den höheren Säugern bildet die Epidermis Wucherungen gegen das Corium, von deren Grunde cylindrische, ramifizierte Fortsätze ausgehen, welch letztere die eigentlichen Drüsen sind. Die Zitzenbildung kann auf eine doppelte Weise erfolgen. Entweder wird die Drüsenregion durch Erhebung zu einer Papille, wobei gleichzeitig die Cutis-

Fig. 68.



Schema der Zitzenbildung; nach Gegenbaur.
a = wahre Zitze; b = Pseudozitze.
1 = Wall des Drüsenfeldes; 2 = Drüsenfeld; 3 = Drüsen.

partie, welche wallartig die Mammartasche umgiebt, zurücktritt; dies ist bei Marsupialia, Prosimiae, Simiae und Menschen der Fall (sekundäre Bildung). Oder der Cutiswall erhebt sich und bildet eine Röhre, die vom Strichkanal durchzogen wird; dies ist der Fall bei Carnivoren, Schweinen, Pferden und Wiederkäuern (primäre Bildung). Es sind meist so viel Zitzen vorhanden, als gewöhnlich zu gleicher Zeit Junge geboren werden.

Das Hautskelet ist auf die Bildung kleiner Zähne zurückzuführen, die über die ganze Haut zerstreut sich vorfinden. Man trifft solche Hautzähne bei Selachiern, Ganoiden, Siluroiden und Dipnoërn. Aus ihnen sind dann die Knochenpanzer der Panzerganoiden, Panzerwelse, Lophobranchier entstanden und auch die Schuppen und die sogenannten Belegknochen des Primordialcranium sind von ihnen abzuleiten. Bei den recenten Amphibien, deren Vorfahren im Carbon, Trias und Jura starke Hautpanzer hatten, ist das Hautskelet nur in geringem Grade noch vorhanden, so in Form von Schuppen bei den Gymnophionen. Fossile Reptilien zeigen eine kolossale Entwicklung des Hautskelets; die recenten Reptilien haben ebenfalls ein starkes Exoskelet, namentlich die Crocodilinen und die Chelonier. Bei den letzteren ist ein Rückenschild (Carapax) und ein Bauchschild (Plastron) vorhanden, die aus vielen Teilen bestehen.

Den Vögeln fehlt, wie schon erwähnt, ein Hautskelet vollkommen.

Bei den Säugern haben nur die Gürteltiere und die Schuppentiere ein Hautskelet, das wahrscheinlich als eine Neuerwerbung zu betrachten ist.

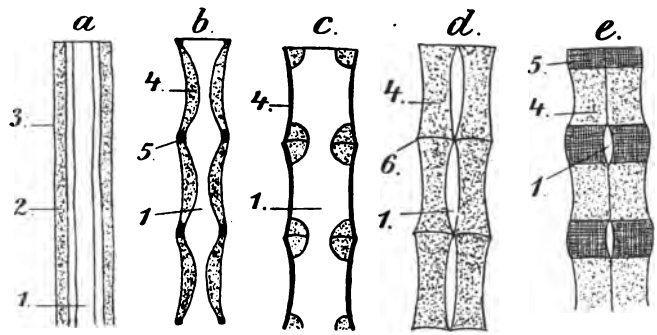
Bewegungssystem.

Wir besprechen zuerst das Skelet (inneres Skelet).

Wirbelsäule. Als Ausgangspunkt der Wirbelsäule ist bei allen Vertebraten die Chorda dorsalis zu betrachten, die zwischen dem Medullarrohre und dem Darmkanale, ventral von ersterem und dorsal von letzterem, gelegen ist und von der Mitte des Kopfes bis zur Schwanzspitze reicht. Die Chorda stellt einen aus knorpligem Gewebe bestehenden, elastischen und von einer Scheide, der Chordascheide, umhüllten Strang dar; die Scheide schwindet fast völlig, wenn

die Chorda ausgebildet ist. Aufsen von der Chorda liegen die Urwirbel oder Somiten, aus denen eine skeletogene Schicht entsteht, die an ihrem äufseren Umfange eine cuticulare Abscheidung, die äufsere Chordascheide, bildet. Die Chorda persistiert entweder oder sie wird durch die von der skeletogenen Schicht gebildeten Wirbelkörper und Wirbelbögen reduziert. Die Wirbel bedingen die metamere Gliederung des Körpers und ihnen entspricht die segmentale Anordnung der Muskeln des Rumpfes. Die äufsere Chordascheide hat ge-

Fig. 69.



Schema der Reduktion der Chorda durch die Wirbelbildung; nach Gegenbaur.

1 = Chorda; 2 = Chordascheide; 3 = skeletogene Schicht; 4 = Wirbelkörper; 5 = intervertebrale Partie; 6 = Intervertebralgelenke.

a = gleichmäfsige Chorda; *b* = vertebrale Einschnürung, intervertebrales Wachstum der Chorda; *c* = vertebrales Wachstum, intervertebrale Einschnürung; *d* = intervertebrale Einschnürung, vertebrale Erhaltung; *e* = vertebrale Einschnürung, intervertebrale Erhaltung.

wöhnlich so viel Abschnitte, als sie Wirbelbögen trägt; ein jeder Abschnitt ist ein primitiver Wirbelkörper, der von den sich entwickelnden Wirbelbogenbasen umwachsen wird (sekundärer Wirbelkörper). Die knorplige Beschaffenheit der Wirbelsäulenbestandteile erhält sich nur bei den niedrigsten Formen, gewöhnlich findet eine völlige Verknöcherung statt. Die letztere geht meistens von drei Punkten (Ossifikationspunkten) aus; zwei derselben sind in den Wirbelbögen, der dritte im Wirbelkörper gelegen.

Leptocardii. Bei Amphioxus bleibt die Chorda, die hier einen sehr verwickelten mikroskopischen Bau besitzt, zeitlebens erhalten, eine Knorpel- oder Knochenbildung findet sich nicht einmal spurweise und somit kommt es auch nicht zu einer Wirbelmetamerie; die Chorda vielmehr ist häutig und ungegliedert.

Cyclostomata. Die skeletogene Schicht der Chorda umgiebt dorsalwärts das Medullarrohr, ventralwärts die Leibeshöhle und liegt hierbei extraperitoneal. An sie setzen sich die Muskeln des Rumpfes an und sie hängt mit den Myocommata allenthalben zusammen. Bei der Larve von Petromyzon (Ammocoetes) und bei den Myxinoiden wird in der skeletogenen Schicht kein Knorpel gebildet, wohl aber bei den Petromyzonten; bei diesen sind Andeutungen von Wirbelkörpern und oberen Bögen vorhanden, die dorsal vom Medullarrohre sich nicht vereinigen. In der Schwanzgegend finden sich ein Paar fortlaufende untere Bögen.

Fische. Die Knorpelganoiden besitzen obere, untere Bögen und untere Intercalarstücke. Von den unteren Bögen entspringen zwei transversal verlaufende Fortsätze, die durch ihre Verschmelzung zwei Kanäle herstellen, von denen der obere von der Aorta, der untere von der Vena caudalis durchzogen wird. Vorn schliefst der untere Kanal auf der ventralen Seite nicht mehr, der Bogen erscheint nur noch in Form von zwei Zapfen, den sogenannten Basalstümpfen; auch der obere Bogen ist vorn nicht vollständig, er wird ventral durch Bandmasse geschlossen. Am Kopfe bilden die oberen und unteren Bögen der Dipnoër und Knorpelganoiden ein einheitliches knorpliges Rohr, das mit dem Schädel direkt zusammenhängt. Der Deckknochen der Mundhöhle, das Parasphenoid, reicht von dem erwähnten Rohre bis zum fünften Spinalnerven; bei Knochenganoiden ist das Parasphenoid mit der ventralen Fläche des ersten Wirbels verwachsen.

Bei den Knochenganoiden bildet sich um die Chorda herum Knorpel, aus dem die Bögen und der Wirbelkörper entstehen. Die Wirbel und deren Fortsätze verknöchern und damit beginnt eine Reduktion der Chorda. Dieselbe ist nämlich vertebral, d. h. im Centrum des Wirbelkörpers, eingeschnürt, intervertebral aber ausgedehnt, die Wirbel sind infolge dessen bikonkav und

stellen Doppelkegel dar. Bei Lepidosteus sind die Wirbelkörper gelenkig mit einander verbunden.

Die oberen Bögen sind dorsalwärts nicht durch Knochenmasse, sondern durch kleine Knorpelplatten und durch ein auch bei Knorpelganoiden vorkommendes Längsband geschlossen. Die Dornfortsätze (Processus spinosi) sind gelenkig an die oberen Bögen geheftet. Lateral gehen von den Wirbelkörpern Fortsätze ab, welche als Träger von Rippen fungieren.

Die Selachier zeigen ebenfalls, wie die Knochenganoiden, eine vertebrale Einschnürung und eine intervertebrale Ausdehnung der Chorda und haben daher, gleich jenen, bikonkave Wirbel. Die Wirbel entstehen als knorplige Anlagen in der skeletogenen Schicht der Chorda. Die oberen und unteren Bögen, sowie die Intercalarstücke werden selbständig, nicht im Zusammenhange mit den Wirbelkörpern gebildet. Die einzelnen Teile liegen einander sehr eng an, so dafs das Knorpelrohr sehr homogen ist; die Spinalnerven treten daher meist durch die Platten hindurch, der ventrale (motorische) Ast geht durch den Bogen, der dorsale (sensible) durch ein Intercalarstück. Wirkliche Processus spinosi fehlen, die Bögen werden oben durch unpaare Intercalarstücke und durch das elastische Längsband abgeschlossen.

Die Verknöcherung der Wirbelsäule der Teleostier hat ihren Ausgang von der äufseren Chordascheide; die Chorda zeigt auch hier vertebrale Einschnürung und intervertebrale Ausdehnung, die Wirbel sind daher, ganz wie bei den früheren Gruppen, bikonkav. Gelenkverbindungen zwischen den Wirbeln sind nicht vorhanden. Die oberen Bögen werden knorplig vorgebildet und erst später mit einer vom Wirbelkörper entstehenden Knochenrinde umgeben; sie sind entweder dorsal mit einander direkt vereint oder durch das elastische Längsband geschlossen. Die Spinalnerven verlassen die Wirbelsäule zwischen den oberen Bögen.

Bezüglich der Schwanzwirbelsäule sind noch einige Bemerkungen zu machen. Bei den Leptocardiern, Cyclostomen, Dipnoërn, den devonischen Fischen und den Jugendformen der Teleostier geht die Chorda gerade von vorn bis in die Spitze des Schwanzes, die Schwanzflosse ist symmetrisch gestaltet; diese Form wird homocerker Fisch-

schwanz genannt. Bei den Selachiern, Ganoiden und den reifen Teleostiern zeigt dagegen die Schwanzflosse eine dorsalwärts gerichtete Krümmung und eine Einbuchtung an ihrem ventralen Rande; diese Form heifst heterocerker Fischschwanz. Die Heterocerkie ist eine äufsere, wenn auch die Schwanzflosse unsymmetrisch ist (bei den meisten Selachiern und Ganoiden), oder aber die Heterocerkie ist eine innere, wenn die heterocerke Schwanzwirbelsäule von einer symmetrischen Schwanzflosse umgeben ist.

Die Haie und die Ganoiden haben gegen 400 Wirbel, die Teleostier meist 70; der Aal hat circa 200 Wirbel.

Amphibien. Bei den meisten Formen dieser Klasse ist ein Hals-, Brust-, Lenden-, Kreuzbein- und Schwanzteil der Wirbelsäule zu unterscheiden.

Bei den Urodelen bildet sich die Wirbelsäule nicht von der Chordascheide, sondern in der dieselbe umgebenden Bindesubstanz. Mit diesem Bildungsmodus geht einher die Reduktion der Chorda, und zwar findet dieselbe in der gleichen Weise statt, wie bei den Fischen; sie bleibt also intervertebral ausgedehnt und wird vertebral eingeschnürt. Die Wirbel sind demnach gleichfalls, wie bei den Fischen, zunächst bikonkav (amphicoel). Durch Bildung von intervertebralem Knorpel, die in dem die Chorda umgebenden Bindegewebe erfolgt, wird die Chorda allmählich zum Schwinden gebracht. Im Knorpel entsteht dann eine Gelenkhöhle und dadurch erhält der Wirbel der höheren Urodelen einen opisthocoelen Charakter, d. h. er besitzt an seinem vorderen Ende einen mit Knorpel bedeckten Gelenkkopf, während an seinem hinteren Ende eine mit Knorpel bedeckte Gelenkpfanne vorhanden ist. Wir haben also drei Stadien in der Bildung der Wirbelsäule zu unterscheiden: die Chorda, die Bildung der intervertebralen Knorpel und die Gelenkbildung; und diese Stadien sind auch in der Phylogenie zu erkennen. Die höchste Stufe nehmen die Tritonen ein.

Bei den Anuren haben wir, im Gegensatze zu den Urodelen, zu konstatieren, dafs die Chorda vertebral eingeschnürt und intervertebral ausgedehnt ist. Die Knorpelbildung findet nicht blofs intervertebral statt, wie bei den Urodelen, sondern auch vertebral, und dies leitet zu den höheren Wirbeltieren hinüber. Die Gelenke sind umgekehrt wie bei den Urodelen angeordnet, denn es sieht der Gelenk-

kopf nach hinten, während die Pfanne nach vorn gerichtet ist; wir haben hier also procoele Wirbel vor uns.

Die oberen Bögen stehen in enger Verbindung mit dem intervertebralen und vertebralen Knorpel; untere Bögen finden sich nur im Caudalteile der Wirbelsäule bei den Urodelen, die gleichfalls mit dem Knorpel zusammenhängen. Die unteren Bögen dürften den Basalstümpfen der Wirbel bei den Ganoiden entsprechen. Die Processus spinosi und die mit doppelter Wurzel sich abzweigenden Processus transversi sind sehr verschiedenartig gestaltet. Der Querfortsatz des einzigen Sacralwirbels ist von bedeutender Stärke.

Die Processus articulares, welche bei den Wirbeln der Fische noch nicht vorkommen, finden sich als zwei Paare, die vom vorderen und hinteren Teil der Basis der Wirbelbögen kommen; sie legen sich dachziegelartig übereinander.

Hier bei den Amphibien tritt auch zuerst ein Atlas (erster Halswirbel) auf, welcher in Form eines einfachen Ringes erscheint, der mit den beiden Gelenkhöckern (Condyli) des Hinterhauptes und mit der Basis des Schädels artikuliert. Der Atlas ist übrigens nicht dem Atlas der höheren Vertebraten, sondern dem Epistropheus derselben homolog.

Hinsichtlich der Schwanzwirbelsäule sei noch erwähnt, dafs dieselbe bei den Urodelen persistiert, bei den Anuren aber nur während des larvalen Lebens vorhanden ist, dagegen mit dem Eintritte der Lungenatmung durch Resorption verloren geht. Man findet bei den letzteren ein Steifsbein (Os coccygis), d. h. einen dolchähnlichen, nichtgegliederten Knochen, der der Rest des innerhalb des Rumpfes gelegenen Abschnittes der Schwanzwirbelsäule ist.

Reptilien. Bei Hatteria und den Ascalaboten besteht die Wirbelsäule dauernd aus bikonkaven Wirbeln, bei denen also eine intervertebrale Ausdehnung und vertebrale Einschnürung der Chorda vorhanden ist. Bei allen übrigen recenten Reptilien verschwindet die Chorda mit dem Heranwachsen des Tieres vollkommen. Die Wirbel sind procoeler Natur, nur bei den Krokodilen finden sich, wie bei Vögeln und Mammalia, intervertebrale Bandscheiben.

Bei den Schildkröten findet man bei demselben Individuum procoele, opisthocoele und oft auch bikonkave Wirbel, während gleichzeitig die Chorda durch die knorpligen Intervertebralscheiben hindurchgeht. Bei den Seeschild-

kröten finden sich in der Hals- und der Schwanzwirbelsäule keine Gelenke.

Alle recenten Reptilien besitzen einen Atlas und einen Epistropheus, eine Halswirbel-, Brustwirbelsäule und zuweilen auch eine Lendenwirbelsäule; stets sind mindestens zwei Sacralwirbel vorhanden.

Am Atlas und Epistropheus sitzen gewöhnlich keine Rippen; nur bei den Krokodilen haben beide Wirbel Rippen, und zwar der erste an seinem ventralen Bogen, der letzte am Processus odontoideus, während der Körper dieses Wirbels rippenfrei ist. Der Atlas der Crocodilinen besteht aus vier Stücken, der der übrigen Reptilien aus drei Stücken.

Die Wirbelkörper und Wirbelbögen der Schlangen, Eidechsen und Schildkröten sind mit einander fest verbunden, bei den Krokodilen ist eine Naht vorhanden. Die Dornfortsätze (Processus spinosi), Querfortsätze (Processus transversi) und Gelenkfortsätze (Processus articulares) finden sich bei den Reptilien in ähnlicher Weise wie bei den urodelen Amphibien.

Der Schwanzteil der Wirbelsäule hat untere Bögen mit Dornfortsätzen. Die bei den Eidechsen, Schlangen und Krokodilen auf der ventralen Seite vorhandenen Dornfortsätze, die sich an der Halswirbelsäule finden und auch an Brustwirbeln vorkommen können, sind besondere Bildungen, also nicht mit unteren Bögen zu homologisieren.

Vögel. Die Wirbelsäule der Vögel zeigt sowohl der Anlage wie der Ausführung nach, d. h. embryonal und beim fertigen Tiere, die weitesten Übereinstimmungen mit der der Reptilien.

Die Chorda ist bei den recenten Vögeln völlig geschwunden, bei den fossilen ist sie aber sicher vorhanden gewesen, da diese bikonkave Wirbel besitzen. Man kann eine Hals-, Brust-, Lenden-, Kreuzbein- und Schwanzwirbelsäule unterscheiden.

Der Atlas ist ein einfacher einheitlicher Ring, der eines Dornfortsatzes entbehrt. Vorn und unten hat er eine Höhlung zur Aufnahme des Condylus des Hinterhauptbeines; hinten ist die Höhlung verengt, in sie tritt der Zahnfortsatz des Epistropheus, der mit dem Körper dieses Wirbels (des zweiten) verwachsen ist. Die beiden ersten Halswirbel haben keine

Rippen, bei manchen Vögeln aber rückgebildete Processus transversi.

Die Dorn-, Gelenk- und Querfortsätze der Wirbel gleichen denen der Reptilien; die letzteren entstehen mit zwei Wurzeln vom Wirbel, und zwar die obere vom Bogen, die untere vom Körper. Die zugehörigen Rippenenden haben ebenfalls eine doppelte Wurzel und verwachsen in der Halswirbelsäule mit den Querfortsätzen. Dadurch entsteht ein Kanal (Canalis intervertebralis), in dem die Arteria und Vena vertebralis sowie der Sympathicus gelegen sind.

Wirbelbögen und Wirbelkörper sind immer mit einander verwachsen; Nähte finden sich hier nicht mehr. Die Wirbelkörper sind durch Gelenke (Sattelgelenke) mit einander verbunden; die Gelenkflächen sind mit Knorpel überzogen, und zwischen ihnen findet sich ein Meniscus, der aus dem ursprünglichen Intervertebralknorpel entstanden ist. In der Mitte des Meniscus ist eine Öffnung, durch welche hindurch ein fibröser Strang geht, der ein Rest der Chorda dorsalis ist.

Embryonal finden sich nur zwei Sacralwirbel, später treten lumbale, thoracale und caudale Wirbel zum Kreuzbein hinzu und verwachsen mit einander. Die ersten beiden sind die primären oder echten, die anderen die sekundären Sacralwirbel. Die Processus transversi der ersteren sind als Rippen zu betrachten.

Die Schwanzwirbelsäule der recenten Vögel ist in gröfserem oder geringerem Grade verkümmert, manchmal bilden die Wirbel hier nur eine Platte, an der nur noch ganz geringe Reste von Quer- und Dornfortsätzen zu erkennen sind (Pygostyl). Bei einzelnen Ratiten sind die Wirbel bis zur Schwanzspitze deutlich erkennbar. Dies ist auch der Fall beim Archaeopteryx.

Säugetiere. Die Wirbelsäule dieser Klasse ist morphologisch aus der der Sauropsiden nicht ableitbar. Die Chorda persistiert intervertebral noch, wenn sie vertebral bereits geschwunden ist; ein Rest derselben bleibt in den aus Faserknorpel bestehenden Intervertebralscheiben erhalten.

Bei den Walen, den Bruta und den Nagetieren sind die Halswirbel unter einander verwachsen; bei den Equinen haben sie einen deutlich opisthocoelen Charakter. Dorn-, Gelenk- und Querfortsätze zeigen die gleichen

Verhältnisse wie die der Sauropsiden. Atlas und Epistropheus sind stets vorhanden; der letztere hat bei den Cetaceen keinen Processus odontoideus, bei den Monotremen ist der Fortsatz vom Körper des Wirbels dauernd getrennt, bei allen übrigen Vertebraten sind Fortsatz und Körper fest mit einander verwachsen.

Die Wirbelsäule zerfällt in einen Hals-, Brust-, Lenden-, Kreuzbein- und Schwanzteil.

Die Dornfortsätze der Ungulaten sind sehr kräftig, und zu gleicher Zeit findet sich hier ein mächtiges elastisches Band, das Ligamentum nuchae.

Die Processus transversi haben nur eine Wurzel, die von dem Wirbelbogen kommt; an der Verbindungsstelle mit dem Rippenhöcker, an ihrem ventralen distalen Ende, sind sie überknorpelt. An der Halswirbelsäule sind dieselben mit rudimentären Rippen vereint, wodurch die Foramina transversaria entstanden sind. An der Lenden- und Schwanzwirbelsäule entspringen sie vom Wirbelkörper.

Auch bei Säugern sind, ähnlich wie bei den Sauropsiden, zwei primäre Sacralwirbel vorhanden, denen sich, mit Ausnahme der Marsupialien, die nur diese zwei Sacralwirbel behalten, sekundär eine Anzahl von Caudalwirbeln zugesellt. Alle diese Wirbel verwachsen später untereinander, so das Os sacrum bildend. Der erste Sacralwirbel ist bei den anthropoiden Affen und beim Menschen gegen die Lendenwirbelsäule wie abgeknickt, so dafs dadurch das Promontorium entsteht.

Die Schwanzwirbel sind bei den Anthropoiden und den Menschen sehr zurückgebildet, sie bilden das Steifsbein (Os coccygis), das beim Manne oft mit dem Os sacrum verwächst.

Die Halswirbel sind in ihrer Zahl ziemlich konstant; Bradypus cuculliger hat 8 bis 9, Bradypus tridactylus und infuscatus, Choloepus und Manatus haben 6, alle übrigen Säuger besitzen 7 Halswirbel. Die Rumpfwirbel (Brust- und Lendenwirbel) schwanken in ihrer Zahl zwischen 17 und 29; der Mensch hat 17, 12 Brust- und 5 Lendenwirbel. Brust- und Lendenwirbel verhalten sich reciprok.

Rippen, Sternum und Episternum.

Die Rippen entwickeln sich stets für sich gesondert in der skeletogenen Schicht und vereinigen sich erst sekundär

mit der Wirbelsäule. Sie sind wie die Myocommata, zu denen sie in direkter Beziehung stehen, streng metamer angeordnet und zeigen ein häutiges, knorpliges und knöchernes Stadium, sowohl ontogenetisch wie phylogenetisch. Sie verknöchern unabhängig von der Wirbelsäule. Ursprünglich an allen Wirbeln vorhanden, werden sie bei den höheren Gruppen an Zahl immer mehr verringert. Bei den Reptilien und von da aufwärts bis zum Menschen sind sie ventral vereinigt, bei den phyletisch älteren Gruppen nicht.

Bei den Fischen sind die Rippen nur mit den Wirbelkörpern verbunden, von den Amphibien ab tritt die Verbindung mit den Wirbelbögen noch hinzu; die Reptilien zeigen zuerst eine Gliederung der Rippen in einen dorsalen (vertebralen) und ventralen (sternalen) Abschnitt.

Die sogenannten Bauchrippen sind niemals als Knorpel vorgebildet, sondern sind nichts als Verknöcherungen der Sehnen der Bauchmuskeln. Nur wenige recente Reptilien haben diese Gebilde, die bei fossilen Formen derselben Klasse sehr stark entwickelt waren.

Das Sternum (Brustbein), welches die ventrale Vereinigung der Rippen darstellt, fehlt noch den Fischen, ist bei den Amphibien und auch bei den Reptilien noch wenig entwickelt. Bei Vögeln und Säugern dagegen ist es gut differenziert.

Das Episternum findet sich bei den anuren Amphibien, stellt bei den Reptilien eine Knochenplatte an der ventralen Seite des Schultergürtels dar und ist bei Säugern oft kaum noch erkennbar.

Bei der Einzelschilderung betrachten wir zunächst die Rippen.

Die Acranier (Amphioxus), die Cyclostomen, die Chimären und einzelne Rochen haben noch keine Rippen, sondern nur einen fibrösen Strang, der zwischen der dorsalen und ventralen Abteilung der Seitenrumpfmuskeln gelegen ist. Bei den Fischen stehen die Rippen auf den früher erwähnten Basalstümpfen, also seitlich und bauchwärts vom Wirbelkörper. Die proximalen Rippenden der Dipnoër, denen Basalstümpfe abgehen, sitzen ventral an der Chordascheide; dieselben sind, wie die Rippen der Ganoiden, als Differenzierungen der unteren Bögen zu betrachten.

Bei Teleostiern und bei Ganoiden fehlen Rippen (Lophobranchier und Spatularia) oder dieselben sitzen an jedem Wirbel; das letztere zeigt ein sehr primitives Verhalten an. Bei manchen Knochenfischen und den Haien sind die Rippen nur rudimentär. Eine ventrale Vereinigung der Rippen findet sich nirgends.

Amphibien. Die Rippen der Urodelen und die der Gymnophionen zeigen, wie die Processus transversi der Wirbel, eine dichotomische Spaltung an ihrem proximalen Ende. Die Rippen sind nur wenig gekrümmt, sie stehen vielmehr fast horizontal nach hinten aufsen von der Wirbelsäule ab, umfassen also nicht die Leibeshöhle. Ihren Enden entspricht aufsen die Seitenlinie. Die ventrale Wurzel derselben ist den Basalstümpfen der Ganoiden und Selachier homolog, die dorsale ist eine sekundäre Erscheinung. Bei Tritonen und einigen Salamandern finden sich Fortsätze, die an die Processus uncinati der Vögel erinnern.

Die Anuren haben Rippen, welche auf den Querfortsätzen stehen, aber im Vergleich zu denen der Urodelen zurückgebildet sind; sie sind sehr kurz.

Bei den Amphibien sind die Rippen meist auf den Rumpf beschränkt, nur bei wenigen Urodelen finden sich welche an den ersten Schwanzwirbeln.

Reptilien. Bei dieser Klasse und bei den folgenden, den Vögeln und Säugern, sind die Rippen ventralwärts zum Teil durch das Brustbein vereinigt; diese werden wahre Rippen genannt. Diejenigen dagegen, welche nicht direkt in das Brustbein übergehen, heifsen falsche Rippen.

Die Rippen der Schlangen zeigen den geringsten Grad der Ausbildung; sie finden sich vom dritten Halswirbel bis zum After und sind nie in einem Brustbeine vereint. Die proximalen Enden sind einfach, ungespalten.

Die Eidechsen besitzen Rippen, deren proximales Ende gleichfalls ungeteilt ist. Sie finden sich, zunächst klein, vom dritten Halswirbel ab; mit der sechsten oder siebenten werden sie sehr lang und vereinigen sich, erst nach hinten strebend und dann wieder nach vorn sich wendend, zu drei bis vier mit dem Sternum. Sie lassen einen knöchernen dorsalen (vertebralen) und einen knorpligen ventralen (sternalen) Abschnitt erkennen.

Die Schildkröten besitzen Rippen vom Epistropheus ab. Im Halsteil verwachsen sie entweder mit den Wirbeln oder sind mit denselben durch eine Naht verbunden. Im Rumpfabschnitte verwachsen die Rippen in mehr oder minder beträchtlicher Ausdehnung mit dem Rückenschilde.

Bei den Krokodilen haben der Atlas und der Zahn des Epistropheus Rippen, der Körper des letzteren aber nicht. Die ersten beiden Rippen sind länger als die auf sie folgenden; vom achten Wirbel ab nehmen sie an Ausdehnung wieder zu und bestehen aus zunächst zwei, dann drei gelenkig verbundenen Teilen. Das Krokodil hat 9 wahre Rippen.

Ferner finden sich bei diesen Tieren noch die bereits erwähnten 8 Paar Bauchrippen, welche Verknöcherungen der Inscriptiones tendineae darstellen.

Vögel. Die Rippen dieser Klasse, welche enge Beziehungen zu denen der Crocodilinen zeigen, verwachsen vom dritten Halswirbel ab mit dem Wirbelbogen und Wirbelkörper, so dafs dadurch ein Kanal entsteht. Die mit dem Sternum verwachsenen Rippen, deren Zahl bedeutenden Schwankungen unterworfen ist (5 bei Columba und Ciconia, 8 bei Grus cinereus, 9 bei der Gans, 10 beim Schwan), bestehen aus einem sternalen und einem vertebralen Teile. An letzterem finden sich die Processus uncinati, die dachziegelartig auf die nächstfolgende Rippe sich auflegen.

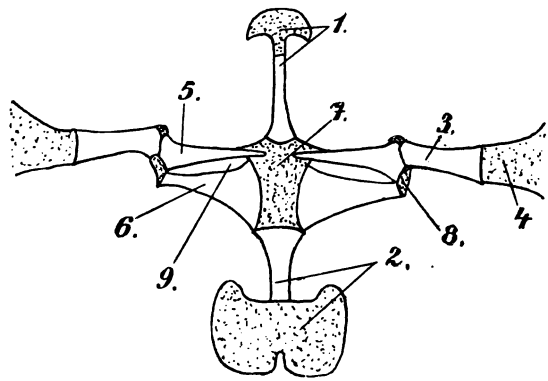
Säugetiere. Die Halsrippen sind vollständig mit den Wirbeln verwachsen, wodurch die Foramina transversaria entstehen. Die Zahl der wahren Rippen ist keine konstante; die falschen setzen sich unter Bildung eines Rippenbogens an das Sternum indirekt an. Rippen, die nicht mehr am Rippenbogen beteiligt sind, heifsen Costae fluctuantes.

Je höher wir in dem Wirbeltiertypus aufsteigen, um so mehr verkürzt sich die Brust- und verlängert sich die Lendenwirbelsäule; je weniger Rippen vorhanden sind, um so höher — das läfst sich aus dem, was bisher aus einander gesetzt wurde, schliefsen — steht das Tier.

Sternum. Ein Brustbein finden wir zuerst bei den Amphibien, und zwar als eine Knorpelplatte, die in der Mittellinie der ventralen Fläche des Thorax gelegen ist. Proteus und Amphiuma haben kein Sternum; bei den übrigen Urodelen ist die Platte schaufelförmig mit

einem nach hinten (caudalwärts) gerichteten Stiel und eingebogenen Seitenrändern. In die Einbiegungen legen sich die Coracoide und Epicoracoide. Ähnlich verhält sich das Sternum mancher Anuren (Bombinator; Discoglossus, etc.); bei den übrigen ungeschwänzten Amphibien bildet es einen teilweise verknöchernden Anhang des Schultergürtels und ist am Hinterrande der beiden Coracoide angefügt.

Fig. 70.



Sternum und Schultergürtel vom Frosch; schematisch. (Die knorpligen Teile sind punktiert.)
1 = Episternum; 2 = Sternum; 3 = Scapula; 4 = Suprascapulare (nicht fertig gezeichnet); 5 = Clavicula; 6 = Coracoid; 7 = Epicoracoid; 8 = Gelenkfläche für den Humerus; 9 = Fenster.

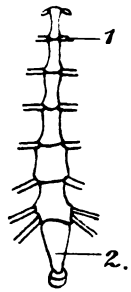
Reptilien. Die Schildkröten und Schlangen haben kein Sternum. Bei den Sauriern ist das Sternum ähnlich wie das Sternum der Urodelen gestaltet, es besitzt eine vordere, eine hintere und zwei seitliche Spitzen.

Die Crocodilinen haben ein rhombisches, plattes Sternum, dessen hinterer Winkel einen in der Linea alba gelegenen Fortsatz besitzt, an welch letzterem sich 6 Rippenpaare anheften.

Vögel. Das Sternum ist stets knöchern, von gewölbter Gestalt und hat an seiner ventralen Fläche bei den meisten Ordnungen dieser Klasse einen Kamm (Crista sterni), in welchem bei Schwimmvögeln ein Stück der Trachea

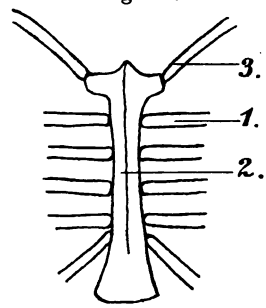
gelegen ist. Die Vögel mit Crista sterni heifsen Carinatae, die ohne Crista, nämlich die Cursores, Ratitae.

Fig. 71.



Sternum vom Reh; nach Gegenbaur.
1 = Rippenansätze;
2 = Processus xiphoideus.

Fig 72.



Sternum der Fledermaus; nach Gegenbaur.
1 = Rippenansätze;
2 = Crista sterni;
3 = Clavicula.

Säuger. Das Sternum, als einfache Knorpelplatte angelegt, zerfällt mit der Verknöcherung in mehrere Abschnitte und geht in den Schwertfortsatz (Processus xiphoideus, ensiformis) über, der genetisch auf Rippen zurückzuführen ist. Bei den Monotremen sind die Coracoide gelenkig mit dem Sternum vereinigt.

Episternum. Darunter begreift man einen platten Knochen oder Knorpel, der sich am proximalen Ende des Sternum findet und mit diesem entweder verwachsen ist oder durch Knorpel oder fibröses Gewebe in Verbindung steht. Das Episternum ist von den sternalen Enden der Schlüsselbeine abzuleiten und fehlt daher überall da, wo auch die Clavicula fehlt. Viele Anuren haben ein knorpliges, schaufelförmiges Episternum, die Urodelen entbehren desselben. Bei den Reptilien, unter denen die Schildkröten und Schlangen kein Episternum haben, ist es eine kreuzförmige, dünne Knochenplatte. Bei den Vögeln haben die Ratiten kein Episternum, bei den Carinaten ist vielleicht die Crista sterni als Episternum zu deuten. Das Episternum der Säugetiere endlich besteht aus einem mittleren und zwei seitlichen Teilen, die bei den Monotremen und Marsupialien erhalten bleiben, bei den übrigen Gruppen aber nur noch als Cartilagines interarticulares in den Gelenken zwischen Claviculae und Manubrium sterni sichtbar sind.

Kopfskelet.

Wollen wir den Schädelbau der Vertebraten genau verstehen und die zwischen den einzelnen Gruppen des Typus vorhandenen Übereinstimmungen und Verschiedenheiten richtig

würdigen, so müssen wir kursorisch auf die Entwicklung des Schädels eingehen, da diese hier ein viel sichreres Mafs der Beurteilung liefert, als die rein vergleichend-anatomische Betrachtung. Die ausführlicheren Daten über die Schädelbildung sind in den Lehrbüchern der Entwicklungsgeschichte und in dem grofsen Lehrbuche der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere von Wiedersheim zu finden.

Wirbeltheorie des Schädels.

Sowohl die Ontogenie als auch die Phylogenie zeigen, dafs am Schädel drei Stadien unterschieden werden müssen, ein häutiges, ein knorpliges und ein knöchernes, was entschieden auf das parallele Verhalten der Wirbelsäule hinweist. Eine fernere Übereinstimmung von Schädel und Wirbelsäule offenbart sich darin, dafs in den ersteren sich ziemlich weit die Chorda hinein erstreckt, dafs somit seine skeletogene Basis die gleiche ist, wie bei letzterer, und dafs die Differenzierung in deren Verlängerung statt hat.

So wie die dorsalen Partieen des Rumpfes embryonal sich aus den metamer angeordneten Somiten (Urwirbeln) entwickeln, so ist es auch beim Schädel der Fall. Die Kopfsomiten, welche eine Höhlung einschliefsen, die vom Coelom herstammt, liefern die Muskeln des Kopfes und die Grundlage des Schädels. (Die Augenmuskeln aber gehen nach Dohrn nicht aus Urwirbeln, sondern aus Kiemenbogenmuskeln hervor.) Die metamere Anlage wird dann allmählich undeutlich und der Schädel erscheint bei niederen Vertebraten (Selachier) einheitlich.

Ventral am Hirnschädel (Cranium) bilden sich in Reihen angeordnet Bögen aus von knorpliger oder knöcherner Beschaffenheit, welche den Anfangsteil des Verdauungstractes umschliefsen; diese Bögen werden insgesamt als viscerales Schädelskelet bezeichnet und stehen in Konnex mit den Kiemen. Der vorderste Visceralbogen wird zum Kieferbogen und bildet bei den höheren Formen hauptsächlich mit das Gesicht; er umgrenzt die Mundöffnung. Die anderen Visceralbögen heifsen Kiemenbögen. Die Visceralbögen sind nicht mit den Rippen homodynam, denn die durch die Kiemenöffnungen angedeutete Metamerie entsteht unabhängig von der metameren Gliederung des Cranium. Die Branchialnerven können daher auch nicht mit den Spinalnerven homologisiert werden.

Die der Schädelanlage mit dem Rumpfe gemeinsame Entstehung aus Somiten (Urwirbeln) beweist, dafs der Schädel keine selbständige Bildung, keine Bildung sui generis ist, sondern eine Modifikation des vordersten Rumpfabschnittes darstellt. Von den beiden Abschnitten, die am Schädel zu unterscheiden sind, dem dorsalen und dem ventralen, hat der erstere, das Cranium, welcher das Gehirn in sich fafst, eine vordere, praechordale und eine hintere, chordale Partie; er entsteht allein aus Somiten. Das Visceralskelet, der ventrale Abschnitt, hat eine Gliederung, die als sekundäre Erscheinung betrachtet werden mufs. Der ausgebildete Schädel aber kann nicht, wie die frühere Theorie von Goethe-Oken wollte, als eine Summe von Wirbeln (Vertebrae) aufgefafst werden, da eben am Schädel keine Wirbel, sondern nur Urwirbel, Somiten, zu erkennen sind. Die Zahl der in den Aufbau des Cranium eingehenden Somiten beträgt mindestens 9; nach Dohrn sind bei den Selachiern 14 Somiten vorhanden, von denen aber einzelne schnell rückgebildet werden.

Hirnschädel, Cranium.

Das Schädelrohr ist anfänglich häutig. Die Knorpel zeigen sich zuerst als zwei Paar Platten, die basal vom Gehirne gelegen sind und, die Chorda zwischen sich nehmend, als Parachordalelemente und Trabeculae cranii (Schädelbalken) bezeichnet werden. Sie fliefsen in einander und bilden dadurch die Basilarplatte, welche von unten und oben (ventral und dorsal) die Chorda umwächst, so eine Unterlage für das Gehirn herstellend. Die Trabeculae cranii schliefsen auch nach der Verwachsung vorn einen Hohlraum, die primitive Pituitargrube, ein. Die letztere wird bei den verschiedenen Gruppen in verschiedener Weise abgeschlossen, entweder indem die Trabeculae cranii medianwärts mit einander verschmelzen (Selachier, Störe, Anuren, Mammalia) oder indem das Zwischengewebe zwischen den Schädelbalken vom Munde aus ossifiziert, wodurch das Os parasphenoideum entsteht (Urodelen, Crocodilinen, Schlangen) oder endlich dadurch, dafs die Augen eine aufserordentliche Gröfse erlangen und somit die Schädelbalken komprimieren und zum Teil zum Schwinden bringen, an deren statt eine häutig-knorplige Scheidewand (Interorbitalseptum) auf-

tritt (manche Teleostier, die meisten Reptilien, alle Vögel). Vielfach entsteht vorn von den Trabekeln eine unpaare median gelegene Spange, die mit den Trabekeln zu einem naso-ethmoidalen Septum sich vereint.

Durch die Verwachsung der Schädelbalken entsteht die knorplige basale Schädelplatte, welche Fortsätze zum Gehör-, Gesichts- und Geruchsorgan entsendet; dadurch werden die Regio auditiva, orbitalis und olfactoria differenziert. Gehör- und Geruchsgegend werden von Knorpeln immer mehr umwachsen; sie stellen bei niederen Vertebraten stark entwickelte Bildungen dar und haben auf die Gestalt des Schädels Einfluſs, bei höheren Wirbeltieren dagegen gehen sie mehr in das eigentliche Schädelskelet über.

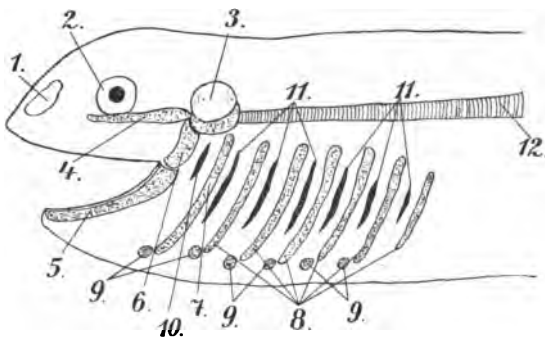
Die horizontal gestellte Basalplatte stellt sich an den Seiten auf und wächst dorsalwärts, so das Gehirn umgreifend. Dadurch entsteht eine einheitliche knorplige Kapsel, welche bei den Selachiern persistiert, während bei den höheren Vertebraten der Primordialknorpel nur noch in der Schädelbasis, in den Kapseln für die Sinnesorgane und zum Teil in den Seitenwänden vorkommt. Die anderen Teile des Cranium sind häutig-fibrös angelegt und verknöchern ohne Interkurrenz von Knorpel. Je höher phyletisch das Wirbeltier steht, um so weniger Knorpel und um so mehr Knochen enthält der Schädel.

Visceralskelet.

Die Visceralbögen, welche die vorderste Partie des Darmkanals umspannen, sind stets knorplig präformiert und liegen in der Schlundwand. Die durch Kiemen atmenden Vertebraten besitzen bis zu 7 Bögen, die von vorn nach hinten an Ausdehnung abnehmen; bei den Amnioten werden sie vielfach reduziert und unterliegen zugleich einem Funktionswechsel, insofern sie beim Aufbau des Gehörorganes etc. verwendet werden. Der vorderste Vertebralbogen (Kiemenbogen) gehört dem Bezirke des Nervus trigeminus an, er bildet sich zuerst, bildet das Skelet der Mundränder und heiſst oraler oder mandibularer (unechter) Kiemenbogen. Die anderen, postoralen oder echten Kiemenbögen fungieren als Träger der Atmungsorgane (Kiemen). Der vorderste derselben liegt im Verbreitungsbezirk des Nervus facialis und wird Hyoid-

bogen genannt, die anderen heifsen Branchialbögen und gehören den Bezirken des Nervus glossopharyngeus und vagus an. Die einzelnen Bögen, die früher einmal alle Kiemen getragen haben müssen, gliedern sich in mehrere (bis 4) Stücke, von welchen das obere unter der Basis cranii oder der Wirbelsäule gelegen ist, während das untere, ventral gelegene mit dem der gegenüberliegenden Seite durch das Basibranchiale (Copula) verbunden wird. Hyoid- und Mandibularbogen werden gleichfalls in Abteilungen zerlegt. Am letzteren unterscheidet man einen kurzen proximalen Teil, das Quadratum, und einen langen distalen, den

Fig. 73.



Schema der Bildung des Visceralskelets; nach Wiedersheim.
1 = Nasen-, 2 = Augen-, 3 = Ohrenanlage; 4 = Trabekel; 5 = Meckel'scher Knorpel; 6 = Quadratum; 7 = Hyoidbogen; 8 = echte Kiemenbögen; 9 = Copulae; 10 = Spritzloch; 11 = Kiemenspalten; 12 = Chorda.

Meckel'schen Knorpel; die Meckel'schen Knorpel der beiden Seiten vereinigen sich in der Medianlinie direkt mit einander, nicht durch eine Copula. Am Quadratum wächst nach vornen ein Fortsatz, das Palato-Quadratum, oder Pterygo-Palatinum, das sich, gewissermafsen einen Oberkiefer bildend, mit der Basis cranii vereinigt. Das Quadratum ist der Träger (Suspensorium) des Unterkiefers und mit dem Schädel gelenkig verbunden oder fest verwachsen. Der Hyoidbogen wird gleich den Branchialbögen in einzelne Teile zerlegt (bei den Fischen), die von unten nach oben als Hyoid (Zungenbeinbogen im engeren Sinne),

III. Knorpelknochen.

Knorpelknochen.

1. Basi-Occipitale,
2. Basi-Sphenoid,
3. Praesphenoid,

} nur bei Amnioten vorhanden, hier die Basis cranii bildend.

4. Occipitale laterale (Supraoccipitale teilweise).
5. Pro-, Epi- und Opisthoticum (knöcherne Gehörkapsel).
6. Orbitosphenoid,
7. Alisphenoid,

} entwickeln sich in der Gegend der Schädelbalken.

8. Ethmoid, mit dem übrigen knorpligen Nasenskelet (Septum, Muscheln, etc.).
9. Quadratum.
10. Articulare.
11. Visceralskelet (zum Teil).

Nachdem wir so den genetischen Aufbau des Kopfskelets kennen gelernt haben, können wir bei den einzelnen Klassen die spezielle Anatomie des Schädels erörtern.

Acranier. Einen Schädel, wie ihn die übrigen Vertebraten besitzen, hat der Amphioxus nicht, wohl aber findet sich ein Kiemenskelet. Dasselbe besteht aus vielen elastischen Stäben, die durch Querkommissuren mit einander verbunden sind und ventral sich nicht vereinigen.

Cyclostomen. Durch die besondere (parasitäre) Lebensweise dieser Tiere hat das Kopfskelet grofse Umbildungen erfahren. Der Kieferapparat ist rückgebildet und neue Teile sind an dem vorn in eine Röhre sich ausziehenden Schädel aufgetreten. Es sind das dachziegelartig sich deckende Knorpel; der Mundeingang wird von einem Ringknorpel umgeben, auf dessen Innenfläche Hornzähne sich bilden. Infolge der Kieferlosigkeit hat man diese Gruppe als Cyclostomata den höheren Vertebraten als den Gnathostomata gegenüber gestellt. Das Visceralskelet ist sehr oberflächlich gelagert und wird bei den Petromyzonten von einem mit 7 Öffnungen versehenen knorpligen Gitterwerke gebildet.

Fische. Der Schädel der Knorpelfische zeigt die einfachsten Verhältnisse; er stellt, wie bereits hervorgehoben, eine einheitliche Kapsel von knorplig-häutiger Beschaffenheit dar, in der sich keine Knochen, sondern nur Kalksalze und kleine Zähne finden. Bei den Haien ist der Schädel mit der Wirbelsäule unbeweglich, bei den Rochen und bei Chimaera gelenkig verbunden; bei beiden letzteren Ord-

nungen finden sich Condyli occipitales. Man kann am Schädel drei Regionen unterscheiden, nämlich die Regio auditiva, nasalis und orbitalis. Während die letztere eingeschnürt ist, sind die beiden ersteren gewölbt. Die Öffnungen der Nasenhöhlen liegen auf der Ventralseite.

Das Visceralskelet umgiebt zunächst mit zwei bezahnten Bögen, einem oberen (Palatoquadratum) und einem unteren (Mandibula), die Mundöffnung. Bei Haien und Rochen ist das Palatoquadratum gelenkig an dem Schädel befestigt, bei den Chimaeren bildet es mit demselben eine zusammenhängende Masse; die letzteren werden daher auch unter dem Namen Holocephala als besondere Ordnung den beiden anderen Gruppen gegenüber gestellt.

Vorn am Hyomandibulare findet sich eine schlitzförmige Öffnung, welche in den Mund führt und Spritzloch (Spiraculum) genannt wird. Zuweilen findet sich vor dem Spritzloche ein Knorpel, der Spiracularknorpel, der kleine Knorpelstrahlen besitzen kann und dadurch auf eine einstmals vorhanden gewesene Spritzlochkieme hindeutet.

Der Hyoidbogen und die echten Branchialbögen zerfallen in verschiedene Abteilungen, die folgendermafsen benannt werden: Epihyale bez. Epibranchiale, Keratohyale bez. Keratobranchiale und ein Hypohyale; die ersteren sitzen dorsal, die letzteren ventral. An den Branchialbögen findet sich noch ein oberster Teil, das Pharyngobranchiale. Copulae oder Basibranchialia sind 7 bis 8 vorhanden. Aufsen sitzen an den Bögen radiär Knorpelstrahlen, die Kiemenhaut- oder Branchiostegalstrahlen heifsen.

Die Kiemen sind bei Chimaera von einer Hautfalte bedeckt, dem Homologon eines Kiemendeckels bei den höheren Fischen, welche den übrigen Gruppen dieser Unterklasse der Fische fehlt; bei diesen sind die Kiemenöffnungen frei.

Unter den Ganoiden haben die Knorpelganoiden die primitivste Schädelform, denn es bleibt bei ihnen das knorplige Primordialcranium vollständig erhalten. Ein Fortschritt aber zeigt sich gegenüber den Selachiern; es treten nämlich hier zum ersten Male Knochen auf, welche teils wie ein Panzer den Schädel bedecken, teils von der Schleimhaut des Mundes aus sich bildend als Parasphenoid an der Schädelbasis liegen und auf die Wirbelsäule sich erstrecken.

In der Hautfalte, welche hinter dem Hyomandibulare gelegen die Kiemen bedeckt, entwickelt sich ein knöcherner Kiemendeckel-Apparat. Derselbe ist bei den Knorpelganoiden nur angedeutet vorhanden, klar tritt er bei den Knochenganoiden auf und ist hier mit dem Hyomandibulare durch ein Gelenk verbunden. Er wird von 4 Teilen gebildet, einem Operculum, Praeoperculum, Suboperculum und Interoperculum.

Der Knochenpanzer, welcher den Schädel bedeckt, ist bei den Knochenganoiden ganz aufserordentlich stark ausgebildet und aus zahlreichen Teilen zusammengesetzt. Aufserdem finden sich Knochen im ganzen Kopfskelet, während der Knorpel in beträchtlichem Mafse rückgebildet ist.

Das Visceralskelet wird von 4 bis 5 in verschiedenem Grade ossificierten Kiemenbögen gebildet, die an ihrer pharyngealen Fläche mit Zahnmassen bedeckt sind.

Bei den Dipnoërn unterscheidet sich der Schädel von dem der vorigen Gruppen dadurch, dafs er mit dem Suspensorialapparate und dem Palatoquadratum verwachsen ist. Das knorplige Primordialcranium ist bei weitem nicht so rückgebildet, wie bei den Knochenganoiden, es ist vielmehr, so bei Ceratodus, in seiner ganzen Ausdehnung erhalten geblieben oder doch nur wenig reduziert. Die Kiemendeckel und die Kiemenhautstrahlen sind rückgebildet.

Aufser den vorderen finden sich hier auch hintere Nasenlöcher, welche in Beziehung zur Luftatmung stehen.

Die Teleostier zeigen in der Regio auditiva, der Regio naso-ethmoidalis und am Schädeldach dauernd Primordialknorpel. Im übrigen erkennt man am Schädel der Knochenfische deutliche Hinweisungen auf den der Knochenganoiden, dagegen fehlen Überleitungen zu den höheren Vertebraten. Die Teleostier sind überhaupt eine Klasse, aus welcher sich keine anderen Wirbeltiere entwickelt haben, vielmehr stellen sie einen für sich abgeschlossenen Seitenzweig des Typus dar.

Das Primordialcranium kann sich wie bei den vorigen Gruppen bis in die Ethmoidalgegend hineinziehen; manchmal ist es zwischen den Augen reduziert.

An der Palatoquadratspange, welche gelenkig mit der Ethmoidalgegend verbunden ist, sind mehrere Teile zu unterscheiden, nämlich das Quadratum, Pterygoid, Me-

tapterygoid, Mesopterygoid und Palatinum. Um das Foramen magnum, in der Hinterhauptsgegend, sind 4 Knochen zu unterscheiden, ein Supraoccipitale, ein Basioccipitale und jederseits ein Occipitale laterale.

In der Regio auditiva finden wir das Prooticum (Petrosum), das Postfontrale (Sphenoticum) und hinter letzterem das Squamosum (Pteroticum) und Intercalare (Opisthoticum). Vor dem Basioccipitale findet sich bei vielen Knochenfischen ein Basisphenoid, das sich vorn gablig teilt. An die Teilstücke grenzen die Alisphenoide und an diese die Orbitosphenoide. Die erwähnten Knochen sind sämtlich Perichondralknochen (cfr. Tabelle).

Dorsal finden sich am Schädel folgende Knochen: die Parietalia, Frontalia und das Supraethmoidale. Ventralwärts liegen das Parasphenoid, der Vomer, das Praemaxillare, das Maxillare und zuweilen noch ein Jugale.

Das Suspensorium des Unterkiefers wird vom Hyomandibulare, Symplecticum und Quadratum gebildet, der Unterkiefer selber besteht aus der Cartilago Meckelii und zahlreichen anderen Knochen, dem Articulare, Angulare, Coronoideum und Dentale.

Die Kiemendeckel werden meistens von 4 Knochen zusammengesetzt, dem Praeoperculum, dem Operculum, welches gelenkig mit dem Hyomandibulare verbunden ist, den Interoperculum und dem Suboperculum. In einer ventralen Verlängerung der Hautfalte am Hinterrande des Hyomandibulare finden sich zahlreiche Branchiostegalstrahlen (Kiemenhautstrahlen).

Amphibien. Wir betrachten zunächst das Kopfskelet der Urodelen. Hier zeigt das knorplige Cranium eine schwache Entwicklung und die Knochen sind nur spärlich vorhanden. Das Foramen occipitale ist bei der Larve von einem Knorpel umgeben, an deren hinterer Fläche sich die beiden Condyli occipitales entwickeln. Die Chorda ist bei den erwachsenen Tieren vollkommen verschwunden. Die Trabekel, welche mit den primitiven Ohrblasen zusammenhängen, gehen nach vorn in das Septum narium über. Es besitzt das Primordialcranium sowohl dorsalwärts als auch ventralwärts je eine grofse Öffnung, die an ersterer Stelle durch die beiden Frontalia und Parietalia,

an letzterer durch das Parasphenoid, den Vomer und das Palatinum geschlossen werden. Auf den Nasenhöhlen finden sich die Nasalia und hinten aufsen von denselben Praefrontalia, welche vom Ductus nasolacrymalis durchbohrt werden. Die vorderen und seitlichen Partieen der Nasengegend enthalten die Praemaxillaria und Maxillaria. Im Septum narium findet sich eine Drüse, die der Larve (wenigstens bei Salamandra) fehlt.

Den Boden der Nasenhöhle bilden seitlich die Vomerplatten und medial die vorderste Partie des Parasphenoids.

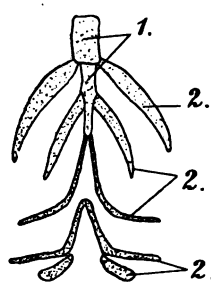
Vomer, Palatinum, Praemaxillare, Maxillare, Spleniale und Dentale tragen Zähne.

In der Ohrgegend findet sich ein Prooticum und dahinter ein Stück, das als Opisthoticum und Pteroticum betrachtet werden kann. Die Ichthyoden haben auch noch ein Epioticum.

Im Gehörorgane der Urodelen findet sich eine Öffnung, Fenestra ovalis, die von einer knorpligen oder knöchernen Platte, dem Stapes, verschlossen wird.

Am Visceralskelet trifft man sehr wechselnde Verhältnisse. Am Hyoidbogen ist manchmal ein Hypohyale vorhanden. Bei den Larven ist eine Hautfalte vorhanden, die wie ein Operculum die Kiemen bedeckt. Der erste und zweite Kiemenbogen haben bei der Larve je ein Keratohyale; beide und die Hypohyalia vereinigen sich ventral durch Copulae mit den entsprechenden Gebilden der Gegenseite.

Fig. 75.



Visceralskelet einer Larve von Ichthyophis; nach Sarasin.
1 = Copulae;
2 = Kiemenbögen.

Die Knochen entstehen sämtlich im Bindegewebe oder im Perichondrium.

Der Schädel der Gymnophionen zeigt nur geringe Abweichungen von den Urodelen.

Bei den Anuren finden wir eine gröfsere Komplikation, als am Schädel der geschwänzten Amphibien. Bei der Larve ist ein von Knorpeln umgebener Saugmund vorhanden. Aus dem Reste des dorsalen Endes der ersten Kiemenspalte wird ein zum Teil knöchernes, zum

Teil knorpliges Mittelohr (Cavum tympani), welches von einem Trommelfell (Membrana tympani) bedeckt wird und nach innen durch die Tuba Eustachii mit der Mundhöhle in Verbindung steht. Innen findet sich eine von der Fenestra ovalis zum Suspensorium und zum Trommelfell reichende knorplig-knöcherne Spange, die Columella.

Am Schädel des erwachsenen Tieres trifft man nur wenige Knochen; ein Frontoparietale, aus Stirn- und Scheitelbein entstanden, davor ein Gürtelbein. An der Nase sind die Nasalia, vorn und zu Seiten derselben die Praemaxillaria und Maxillaria vorhanden, von denen die letzteren durch ein Quadratojugale sich mit dem Suspensorium vereinigen. Ferner sind zu nennen das Squamosum, Exoccipitale, Prooticum (Petrosum), Vomer und Parasphenoid.

Reptilien. Das knorplige Primordialcranium wird durch die sich bildenden Knochen fast ganz verdrängt. Aufser der Fenestra ovalis ist noch eine Fenestra rotunda vorhanden; das Cavum tympani steht durch die Tuba Eustachii mit dem Pharyngealraume in Verbindung. Es ist nur ein einziges Gehörknöchelchen vorhanden, die Columella, welche mit einem Hyomandibulare homologisiert werden kann. Das Suspensorium, nur vom Quadratum gebildet, ist entweder fest mit dem Schädel verbunden (bei Hatteria, Chamaeleon, Chelonier, Crocodilinen) oder liegt ihm nur lose an (bei Schlangen, Eidechsen). Das Cavum cranii reicht entweder bis zur Ethmoidalgegend (Amphisbaena, Schlangen) oder ist schon in der Gegend des Prooticum geschlossen (Eidechsen, Schildkröten, Krokodile).

In der Nasenhöhle sind knorplige und knöcherne Muscheln vorhanden.

Das Parasphenoid zeigt eine starke Rückbildung; an seiner statt treten mehrere Knochen auf, ein Basioccipitale, Basisphenoid und Praesphenoid. Am Basioccipitale findet sich ein unpaarer, aus drei Teilen entstandener Condylus, welcher die Gelenkverbindung mit dem Atlas herstellt.

Die Parietalia sind bei den meisten Reptilien zu einem unpaaren Knochen geworden, nur bei den Cheloniern sind sie paarig.

Bei den Eidechsen und den Krokodilen findet sich ein Os lacrymale, das in der Ethmoidalgegend gelegen ist. Das Praemaxillare, das bei den Schlangen und Schildkröten eine Rückbildung zeigt, ist bei den übrigen Gruppen bezahnt und paarig oder unpaar vorhanden. Das stets bezahnte, grofse Maxillare ist mit dem Os transversum verbunden. Letzterer Knochen kommt nur bei den Reptilien vor, er fehlt bei allen anderen Vertebraten.

Das einfache Gaumendach, welches sich bei den Schlangen und Lacertiliern (auch bei Amphibien) findet, entsteht dadurch, dafs sich die beiden Oberkiefer mit ihren Processus palatini an die Seite der Schädelbasis ansetzen. Sein vorderer Abschnitt bildet den Boden der Nasenhöhle. Ein zweites Dach findet sich beim Krokodil, das durch die unmittelbare Aneinderlagerung der Gaumenfortsätze der Praemaxillaria, Maxillaria, Palatina und Sphenoide gebildet wird, sich von der Schädelbasis loslöst und letztere von der Mundhöhle trennt.

Am Unterkiefer unterscheidet man ein Dentale, Angulare, Supraangulare und Articulare.

Die recenten Chelonier besitzen keine Zähne, die Kiefer sind vielmehr von Hornscheiden überzogen; die übrigen Reptilien haben gut entwickelte Zähne, die ihre stärkste Ausbildung bei den Crocodilinen zeigen.

Vögel. Der Vogelschädel zeigt eine sehr grofse Übereinstimmung mit dem der Reptilien, namentlich mit dem Saurierschädel, besitzt aber eine viel umfangreichere Gehirnkapsel. Der Condylus occipitalis ist unpaar und findet sich nicht mehr an dem hinteren Umfange des Schädels, also nicht mehr in einer geraden Linie mit der Wirbelsäule, sondern er liegt abwärts (ventralwärts) an der Schädelbasis, so dafs die Schädelachse von der Wirbelsäule abgeknickt ist. Dieses Verhältnis tritt bei den Säugern dann noch deutlicher hervor.

Die Knochen sind zart, spongiös und pneumatisch.

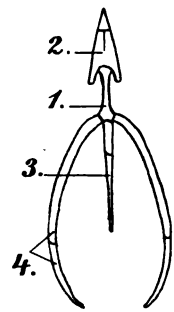
Das Quadratum sitzt gelenkig am Schädel.

An der Basis cranii finden sich ein Parasphenoid, das dorsalwärts mit dem Basioccipitale und vorn mit einem Basisphenoid verwächst.

Eine Gaumenbildung ist nirgends vorhanden. Zähne kommen bei den recenten Vögeln nicht mehr vor, die Kiefer sind von Hornscheiden überzogen.

Das Visceralskelet ist in hohem Grade rückgebildet; man trifft noch Reste der Keratohyalia und den ersten Kiemenbogen, welcher von einem Keratobranchiale und Epibranchiale gebildet wird. In der Medianlinie finden sich das Os entoglossum, d. i. das in die Zunge eingebettete Basihyale, und zwei Basibranchialia.

Fig. 76.



Visceralapparat eines Hühnervogels; schematisiert.
1 = Copula;
2 = Os entoglossum;
3 = Kiel;
4 = Zungenbeihörner.

Säugetiere. Hier können wir nicht mehr von einem Visceralskelet reden, sondern müssen einen Gesichtsschädel vom Cranium oder Hirnschädel unterscheiden. Der erstere entsteht hauptsächlich aus dem ersten Visceralbogen und verwächst innig mit dem letzteren.

Die Abknickung der Schädelachse gegen die Wirbelsäule ist bei den Primaten und namentlich beim Menschen sehr stark ausgeprägt, da die paarigen Condyli occipitales sehr weit nach abwärts gerückt sind.

Die Basis cranii, die Nasoethmoidalgegend und teilweise auch die Seitenwände entstehen als zusammenhängender Knorpel.

Vom Hinterhauptsringe aus finden wir folgende Knochen: ein Supraoccipitale, zwei Occipitalia lateralia, welche die Condyli tragen, ein Basioccipitale und ein Basisphenoid. Seitlich vom Körper des letzteren Knochens finden sich die Alisphenoide (Alae magnae) und abwärts die Processus pterygoidei. Vorn stöfst das Basisphenoid an das Praesphenoid mit den Orbitosphenoiden und den Alae parvae. Nach vorn wird der Schädel durch die Stirnbeine und das zwischen ihnen gelegene Ethmoid vervollständigt.

Knorpelreste sind bei den erwachsenen Säugern in der Nasengegend vorhanden.

Das Praemaxillare (Zwischenkiefer), seiner Anlage nach doppelt, bleibt bei den meisten Säugern erhalten,

während es beim Menschen frühzeitig mit den Maxillaria verwächst.

Die Maxillaria sind in der Gegend der Wangen durch ein Iugale mit dem Squamosum vereint; durch dasselbe wird bei den Ungulaten und Primaten die Orbita gegen die Schläfe hin fast völlig abgegrenzt.

Der Hyoidbogen, welcher sehr häufig nur noch in Gestalt eines fibrösen Bandes, des Ligamentum stylohyoideum erscheint, ist an seinem proximalen Ende mit der Basis der Gehörkapsel, an seinem distalen mit dem dritten Visceralbogen oder ersten eigentlichen Kiemenbogen verbunden. Derselbe bildet den Zungenbeinkörper mit den grofsen Hörnern. Vom vierten Bogen sind Reste bei Phocaena vorhanden.

Extremitäten.

Beide Extremitätenpaare zeigen in ihrem Baue so übereinstimmende Verhältnisse, dafs wir sie als homodyname (homologe?) Bildungen betrachten können. Man hat an ihnen einen bogenförmigen Abschnitt zu unterscheiden, welcher dem Rumpfe anliegt und auf der Stufe geringster Ausbildung ein Knorpelbogen ist; dieser Abschnitt heifst Brust- (Schulter-) Gürtel bez. Beckengürtel.

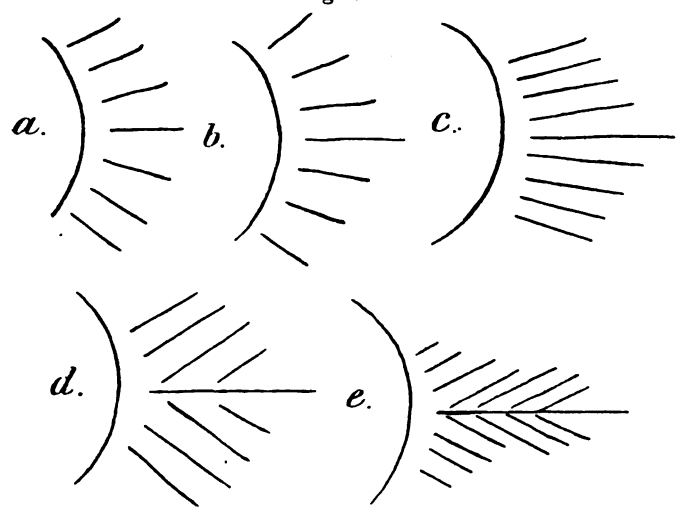
Am Gürtel sitzen die freien Gliedmafsen. Das Skelet derselben ist im einfachsten Falle von Knorpelstrahlen (Radien) gebildet, welche verschiedene Ausdehnung, verschiedene Gliederung und verschiedene Beziehungen zu einander haben können. Ein Radius, der sich durch bedeutendere Entwicklung auszeichnet, trägt einige der anderen kleineren Radien in biserialer Anordnung.

Diese Form des Extremitätenskelets heifst nach Gegenbaur Archipterygium; der Hauptstrahl desselben ist der Stamm des Urflossenskelets. Dasselbe weist auf Kiemenbögen hin, welche ebenfalls Knorpelbögen mit Radien darstellen. Bei Selachiern, welche wie beim Schädel auch hier den Ausgangspunkt für die komparative Betrachtung bilden, finden sich Knorpelbögen, die mit gleichen Radien besetzt sind. Indem sich einer der letzteren, welcher der mittlere ist, stärker entwickelt, rücken die übrigen näher, bis schliefslich einige der schwächeren auf dem stärkeren Mittelstrahl stehen. So zeigt sich ein Übergang zum Archipterygium;

der Kiemenbogen ist mit dem Extremitätengürtel, der Mittelstrahl und die Nebenstrahlen sind mit dem Skelet der freien Gliedmafsen vergleichbar.

Die eben durchgeführte Vergleichung besteht aber nur dann zu Recht, wenn die Voraussetzung zutrifft, dafs beide Extremitätenpaare ursprünglich Kiemenbögen mit Radien gewesen sind. Sie haben eine spezielle Differenzierung erhalten und sich vom Kiemenapparate entfernt, und zwar der hintere

Fig. 77.



Schema der Homodynamie des Kiemen- und Extremitätenskelets; nach Gegenbaur.
a—d = Kiemenbögen; *e* = Archipterygium.

mehr, der vordere weniger. Während das vordere Gliedmafsenpaar mit dem Kopfe durch Muskeln in Beziehung steht, welche von Cerebralnerven innerviert werden, und bei Fischen dicht hinter den Kiemen liegt, ist das hintere Gliedmafsenpaar aufser jedem Konnexe mit den Atmungsorganen. Dasselbe mufs daher sehr weit nach hinten gewandert sein und zwar, da ein Zwischenschieben neuer Metameren nicht statt hat, mufs die Wanderung ganz allmählich erfolgt sein.

Dieser von Gegenbaur aufgestellten Archipterygiumtheorie steht eine auf ontogenetischen Thatsachen fußende schroff gegenüber, deren Hauptvertreter Dohrn ist.

Es treten frühzeitig bei Selachierembryonen Hautfalten auf, und zwar eine unpaare dorsale und eine paarige laterale. Die letzteren grenzen vorn dicht an die letzte Kiemenspalte und erstrecken sich von da ab nach hinten, indem sie sich allmählich ventralwärts ziehen, hierbei mit einander verschmelzen und vom Schwanze aus zur dorsalen unpaaren Hautfalte sich umschlagen. Aus den lateralen Falten bilden sich die paarigen Extremitäten, nämlich Brustflossen und Bauchflossen, indem aus den bezüglichen Rumpfmetameren je zwei Muskelknospen in sie hineinwachsen, welche sich abschnüren und dann in je ein dorsales und ein ventrales Bündel zerlegen. Zwischen den Bündeln entwickelt sich ein Knorpelstrahl und hineinwächst der zur Knospe gehörige Nerv. Es entstehen dann lappige Verbreiterungen, welche zahlreiche Muskelknospen, Knorpelstrahlen und Nerven einschließen.

Dieser Entstehungsmodus der Gliedmaßenpaare berechtigt dazu, dieselben als ursprünglich metamere Gebilde anzusprechen und die Seitenfalten als metamer getrennte Fortsätze der Segmente, also als Parapodien ähnlich denen der Anneliden zu betrachten.

Die zwischen Brust- und Bauchflossen vorhandenen Metameren entwickeln ebenfalls je zwei Muskelknospen, welche aber schon embryonal zurückgebildet werden. Durch diese Thatsache erhält die obige Parapodientheorie eine nicht unwesentliche Stütze.

Unpaare Extremitäten.

Die dorsale und ventrale Hautfalte, deren oben gedacht wurde, können sich entweder in ihrer ganzen Ausdehnung erhalten oder sie werden reduziert, und es bleiben Flossen zurück, welche man als Rücken-, Fett-, Schwanz- und Afterflosse unterscheidet. In die Flossen treten Nerven, Muskeln und Skeletteile; letztere heißen Flossenträger. Sie stehen auf den Processus spinosi der Wirbel und haben in ihrer Bildung gar keinen Zusammenhang mit der Bildung der Wirbelsäule; die Verbindung von Flosse und Achsenskelet ist eine sekundäre.

Bei den Fischen kräftig entwickelt (die Schwanzflosse der Fische ist deren hauptsächlichster Bewegungsapparat),

sind sie bei den urodelen Amphibien nur noch in Spuren vorhanden als ein Hautsaum auf der dorsalen und ventralen Seite des Schwanzes; Flossenträger finden sich niemals.

Paarige Extremitäten.

Wie schon oben bemerkt wurde, hat man an beiden Extremitätenpaaren den Gürtel und die freie Extremität zu unterscheiden.

Schultergürtel.

Acranier und Cyclostomen haben weder freie Gliedmafsen, noch Gliedmafsengürtel.

Fische. Bei den Selachiern ist ein auf der ventralen Seite geschlossener knorpliger Bogen vorhanden, der bei den Rochen sich mit der Wirbelsäule verbindet. Der Bogen ist an der Stelle, an der sich die Flosse gelenkig ansetzt, verdickt und von Nervenlöchern durchbohrt, abwärts dieser Stelle wieder schmal. Er ist mit der Gegenseite durch eine oft dünne, manchmal nur fibröse Kommissur vereinigt. Den Abschnitt des Bogens, welcher dorsalwärts der Gelenkstelle gelegen ist, kann man als Homologon einer Scapula, den ventralwärts derselben sich findenden als Homologon eines Coracoids betrachten.

Die Ganoiden haben einen primären, knorpligen und einen sekundären, knöchernen Schultergürtel.

Der primäre Schultergürtel wird bei Knorpelganoiden in der Hauptsache durch einen Knorpelbogen dargestellt, an welchem man drei Fortsätze trifft, einen dorsalen, einen ventralen und einen vorderen. Der dorsale kann mit dem Scapulare, der ventrale mit dem Coracoid und der vordere mit dem Procoracoid (Clavicula) der Urodelen verglichen werden. Die Knochen sind perichondralen Ursprunges.

Der Schultergürtel der Teleostier zeigt enge Beziehungen zu dem der Knochenganoiden; die knorpligen Partieen haben eine noch bedeutendere Reduktion erfahren. Rechte und linke Schulter sind auf der ventralen Fläche durch Bindesubstanz vereinigt.

Bei Dipnoërn hat den Hauptanteil am Schultergerüst der Knorpel, welcher von zwei Knochen umwachsen wird.

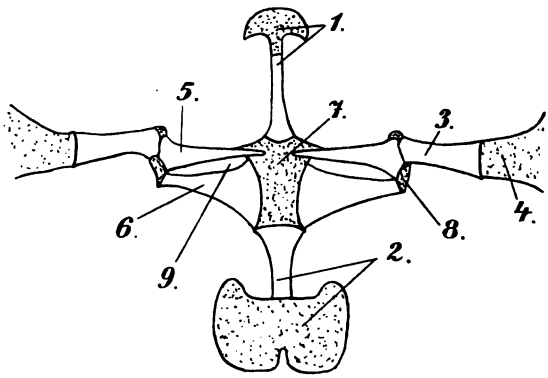
Amphibien. Von dieser Klasse ab zeigen die Wirbeltiere im wesentlichen übereinstimmende Verhältnisse, denn man kann jetzt stets einen dorsalen Knochen von platter

Gestalt (Scapula und Suprascapula) erkennen, der ventral in zwei Fortsätze übergeht, in einen vorderen (Procoracoid oder Clavicula) und in einen hinteren (Coracoid). Der Schultergürtel verbindet sich niemals mehr mit dem Schädel oder der Wirbelsäule, dafür ist eine ventrale Verbindung vorhanden, das Sternum. Die Gelenkfläche (Pfanne), auf welcher die freie Extremität sitzt, findet sich an der Grenze zwischen dorsalem und ventralem Abschnitte des Schultergürtels.

Der Schultergürtel der Urodelen zeigt im allgemeinen die eben geschilderten Verhältnisse.

Bei den Anuren hat die Clavicula eine transversale Orientierung. Der mediale Abschnitt dieses Knochens und

Fig. 78.



Sternum und Schultergürtel vom Frosch; schematisch.
(Die knorpligen Teile sind punktiert.)
1 = Episternum; 2 = Sternum; 3 = Scapula; 4 = Suprascapulare (nicht fertig gezeichnet); 5 = Clavicula; 6 = Coracoid; 7 = Epicoracoid; 8 = Gelenkfläche für den Humerus; 9 = Fenster.

der des Coracoids verwachsen mit einander, und so entsteht ein Fenster.

Die knorpligen Teile des Schultergürtels überwiegen die knöchernen, während bei den höheren Vertebraten das umgekehrte Verhalten zu konstatieren ist.

Reptilien. Die Schildkröten haben eine Clavicula, die sich von der Scapula trennt; der erstere Knochen ist mit dem Coracoid, dessen knorpliger Überzug Epicoracoid

genannt wird, durch ein fibröses Ligament vereinigt. Beide Claviculae und beide Coracoide berühren einander in der Mittellinie mit überknorpelten Flächen.

Bei den Sauriern ist die Clavicula, welche sich nicht im Zusammenhange mit den anderen Teilen des Schultergürtels anlegt, als ein sekundärer Knochen zu betrachten.

Die Crocodilinen und die Chamaeleonten besitzen keine Clavicula. Das Coracoid ist beim Alligator mit der Scapula nicht in direktem Zusammenhange, sondern indirekt, insofern zwischen beiden Knochen eine Knorpelbrücke vorhanden ist.

Bei fufslosen Reptilien (Scinken, Amphisbänen) ist ein Schultergürtel vorhanden, was auf ein früheres Existieren von Extremitäten hinweist.

Vögel. Die Scapula ist dünn, schmal und platt und reicht oft weit nach hinten; die Coracoide sind gegen dieselbe wie abgeknickt.

Die Clavicula ist bei den Carinaten gut ausgebildet und verwächst an ihrem vorderen Ende mit der der Gegenseite zu einem schlittenförmigen Knochen, der Furcula.

Bei den Ratiten fehlen die Claviculae oder sie sind (Dromaeus und Casuarius) nur spurweise vorhanden.

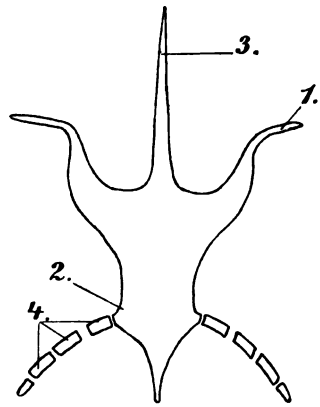
Säugetiere. Das Coracoid reicht nur noch bei den Monotremen bis zum Sternum, bei allen übrigen Mammalia bildet es einen Fortsatz der Scapula, den Processus coracoideus. Die Clavicula fehlt den Tieren, deren Vorderbeine ausschliefslich zum Gehen dienen; sie ist vollständig also bei Ungulaten verschwunden, als eine rudimentäre Bandmasse bei den Carnivoren zu erkennen. Nager, Insectivoren, Chiroptera, Affen, Mensch haben gut ausgebildete Claviculae. Die Scapula ist ein dreieckiger grofser und platter Knochen, an deren Hinterfläche im oberen Drittel sich ein leistenartiger Vorsprung, die Spina scapulae, zum Ansatz für die Muskeln findet, der nach aufsen und abwärts in das Acromion übergeht.

Beckengürtel.

Acranier, Cyclostomen und unter den Fischen die Ganoiden und die Teleostier entbehren eines Beckengürtels vollkommen; was bei den letzteren dafür gehalten wurde, sind die Basalia der Bauchflosse.

Fische. Die primitivste ursprünglichste Beckenform finden wir offenbar bei den Dipnoërn. Eine ventral in der Medianlinie gelegene knorplige Platte besitzt ein Paar vordere und ein Paar hintere Fortsätze. Mit den hinteren sind die beiden hinteren Extremitäten gelenkig verbunden, während die vorderen als Processus iliaci betrachtet werden können. Zwischen den vorderen Fortsätzen ist median gelegen ein unpaarer Fortsatz vorhanden, der sehr weit nach vorn reicht.

Fig. 79.



Becken von Protopterus; nach Wiedersheim (vereinfacht).
1 = Processus iliacus; 2 = Fortsatz zur Verbindung mit der hinteren Extremität; 3 = unpaarer Fortsatz; 4 = hintere Extremität.

Bei den Selachiern ist als Becken gleichfalls eine unpaare Knorpelplatte vorhanden, während die Fortsätze derselben nur angedeutet sich finden.

Wie beim Schultergürtel, so haben wir auch beim Beckengürtel der höheren Vertebraten, von den Amphibien an, zwei Abschnitte zu unterscheiden, einen dorsalen und einen ventralen. Der dorsale, unpaare heifst Pars iliaca, der ventrale besteht aus einer vorderen Partie, Pars pubica, und einer hinteren Partie, Pars ischiadica, zu denen noch ein vierter Bestandteil hinzukommt, die Pars acetabularis. Die Gelenkpfanne für das Femur entsteht durch Vereinigung aller Teile und heifst Acetabulum.

Amphibien. Bei Urodelen und Anuren ist ventral auf jeder Seite nur eine Platte vorhanden, die mit der anderen Seite die Symphysis ischio-pubica bildet. Die Platte ist entweder knöchern oder zum gröfseren Teile, und zwar in ihrem kapitalwärts gerichteten Abschnitte (bei Urodelen), knorplig.

Die Pars iliaca der Anuren bildet einen langen Stab.

Reptilien und Vögel. Die Schambeine der Reptilien sind nach vorn und medianwärts orientiert; zwischen den-

selben und den Sitzbeinen findet sich ein Loch, das Foramen cordiforme. Letzteres wird bei Eidechsen, Crocodilinen und Seeschildkröten durch ein teils knorpliges, teils fibröses Septum in zwei Teile eingeteilt. Bei den Landschildkröten und Süfswasserschildkröten ist das Loch (Foramen obturatum) von Knochen begrenzt.

Die Crocodilinen haben eine sehr lange Pars iliaca, an der man zwei Fortsätze erkennt, einen vorderen kürzeren und einen hinteren längeren.

Die Beckenknochen der Reptilien bleiben getrennt.

Im Becken der Vögel ist die vor dem Acetabulum gelegene Partie mächtiger entwickelt als die hinter demselben sich findende. Die Schambeine besitzen die Gestalt eines Stabes und sind nach hinten gerichtet, so dafs sie parallel den Sitzbeinen verlaufen und mit letzteren (bei den Flugvögeln) verwachsen können.

Die Beckenknochen der Vögel verwachsen mit einander.

Säugetiere. Die vier Teile des Beckens sind anfänglich durch Knorpel getrennt, verwachsen aber später mit einander. Eine Symphysis ischio-pubica findet sich bei den Marsupialien, vielen Nagern, Insectivoren und Ungulaten. Bei anderen Insectivoren, den Carnivoren und den höheren Formen ist nur eine Symphysis pubis vorhanden, d. h. es legen sich nur rechtes und linkes Schambein aneinander.

Bei Monotremen und Marsupialien finden sich bei beiden Geschlechtern zwei Knochen, welche von der vorderen Circumferenz der Schambeine zu beiden Seiten der Medianlinie entspringen. Dieselben haben zwar keine direkte Verbindung mit dem Marsupium, werden aber Ossa marsupialia (Beutelknochen) genannt.

Eine Pars acetabularis ist nur bei Schnabeltieren und Fledermäusen nicht vorhanden, bei allen übrigen ist sie deutlich entwickelt.

Freie Extremitäten.

Fische. Die freien Gliedmafsen der Dipnoër haben einen knorpligen Achsenstrahl, welcher aus zahlreichen, in einer Reihe hintereinander folgenden Stücken besteht. Den Stücken sitzen zu beiden Seiten, dorsal und ventral, kleine knorplige Stäbe auf, die allmählich an Gröfse abnehmen und

peripher durch feine Hornfäden fortgesetzt werden. Die letzteren werden durch fibröses Gewebe und die äufsere Haut überkleidet. Die ventralen Knorpelstäbe sind nicht so reich gegliedert, wie die dorsalen, der biseriale Charakter der Flosse ist also schon etwas undeutlich.

Selachier. Die Brustflosse ist durch drei Knorpelstücke mit dem Schultergürtel verbunden, dem Propterygium, Mesopterygium und Metapterygium. An das letztere legt sich in achsialer Richtung ein Knorpelstück an und bildet mit ihm das Basipterygium, welches dem Stamme des Archipterygium entspricht. An das Basipterygium setzen sich die sekundären Strahlen, welche den dorsalen Flossenstrahlen der Dipnoër entsprechen. Ventral vom Basipterygium, dem Hauptstrahle, finden sich nur einer oder nur wenige Nebenstrahlen. Die Brustflosse der Selachier zeigt also nur undeutlich einen biserialen Charakter, neigt mehr zum uniserialen.

An der Bauchflosse finden wir einen geringeren Ausbildungsgrad, als an der Brustflosse. Das Mesopterygium ist ganz geschwunden, das Propterygium ist in verschiedenem Grade rückgebildet, das Metapterygium dagegen gut entwickelt und mit zahlreichen Nebenstrahlen besetzt.

Ganoiden. Hier mufs man, wie beim Schultergürtel, ein primäres und ein sekundäres Flossenskelet annehmen.

Polypterus hat die drei Basalglieder an den Brustflossen, wie die Selachier, von denen sich aber nur das Propterygium und das Metapterygium gelenkig mit dem Gürtel verbinden, während das Mesopterygium zwischen den beiden anderen liegt und von Nerven durchbohrt wird. Die übrigen Ganoiden besitzen nur noch Meso- und Metapterygium, während ein Propterygium auch nicht einmal der Anlage nach vorhanden ist. Mit dem Schultergürtel verbinden sich aber mehr Knorpelstrahlen, als bei Selachiern.

Die Bauchflossen, namentlich der Knochenganoiden, in geringerem Mafse die der Knorpelganoiden, zeigen eine bedeutende Rückbildung.

Teleostier. An der Brustflosse sind fünf Basalstücke zur Verbindung mit dem Schultergürtel vorhanden, von welchen die drei mittleren aus Strahlen, die beiden seitlichen aus den ursprünglichen Basalia abgeleitet werden können.

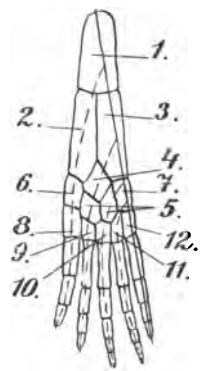
An der Bauchflosse werden die Metapterygia zum gröfsten Teile aus Knochen gebildet.

Bezüglich der freien Extremitäten der höheren Vertebraten seien folgende allgemeine Bemerkungen vorausgeschickt.

Die Abweichungen vom Baue der Fischflossen sind bedingt durch die allmählich erlangte höhere Funktionsfähigkeit, denn es haben die Extremitäten der höheren Wirbeltiere nicht mehr die ausschliefsliche Aufgabe, den Körper fortzuschieben, sondern auch denselben vom Boden zu erheben. Daher kann die Extremität nicht starr, sondern mufs nach Art von einem Winkelhebel konstruiert sein. Als Grundschema des Extremitätenskelets können wir das folgende hinstellen. Wir haben einen Hauptstrahl, der durch den oberen Teil (Humerus, Femur), am mittleren Teil durch den einen Knochen (Ulna, Fibula) und durch den innersten Finger geht. Von ihm zweigen sich mehrere Nebenstrahlen ab, deren einer durch den anderen Knochen des letzteren Abschnittes (Radius, Tibia) und den äufseren Finger zieht, während die anderen in der Handwurzel (bez. Fufswurzel) zu den Fingern ziehen.

So zeigen die freien Extremitäten der Amphibien und Amnioten eine mehr uniseriale Anordnung.

Fig. 80.

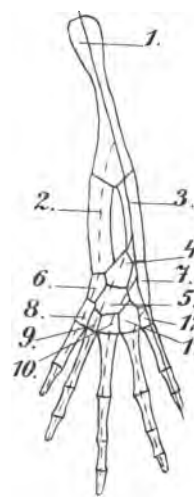


Schema der vorderen Extremität eines höheren Wirbeltieres.

1 = Humerus; 2 = Radius; 3 = Ulna; 4 = Intermedium; 5 = Centralia; 6 = Radiale; 7 = Ulnare; 8 bis 12 = Carpale I bis V.

Die ausgezogene Linie bei Fig. 80 und 81 ist der Hauptstrahl, die punktierten sind die Nebenstrahlen.

Fig. 81.



Schema der hinteren Extremität eines höheren Wirbeltieres.

1 = Femur; 2 = Tibia; 3 = Fibula; 4 = Intermedium; 5 = Centrale; 6 = Tibiale; 7 = Fibulare; 8 bis 12 = Tarsale I bis V.

Wir unterscheiden vier Hauptabschnitte an der vorderen und an der hinteren Extremität, nämlich: 1. Oberarm (Humerus) bez. Oberschenkel (Femur), artikuliert mit dem Extremitätengürtel und besteht aus einem unpaaren Knochen; 2. Vorderarm (Antibrachium) bez. Unterschenkel (Crus) besteht aus zwei Knochen, Radius und Ulna, bez. Tibia und Fibula; 3. Handwurzel (Carpus) bez. Fufswurzel (Tarsus) und 4. Hand bez. Fufs. Die beiden letzteren werden ihrerseits wiederum eingeteilt in Mittelhand (Metacarpus) bez. Mittelfufs (Metatarsus) und die Finger bez. Zehen (Digiti).

Carpus und Tarsus werden von zahlreichen Knochen gebildet, die um ein Os centrale in zwei Reihen gruppiert sind. Die proximale Reihe hat 3, die distale 4 bis 6 Knochen. Die Knochen der ersteren heifsen Radiale bez. Tibiale, Ulnare bez. Fibulare und Intermedium, die der letzteren heifsen Carpalia bez. Tarsalia I bis VI.

Amphibien. Die Extremitätenpaare der Urodelen gleichen im wesentlichen dem oben gegebenen Schema.

Bei den Anuren verschmelzen Radius und Ulna mit einander, und im Carpus fehlt das Intermedium. Die proximale Reihe des Tarsus wird durch zwei Knochen gebildet, die häufig einen gemeinsamen Knorpelüberzug besitzen. Der eine Knochen ist als Tibiale und Intermedium aufzufassen und heifst Astragalus, der andere ist das Fibulare und wird Calcaneus genannt. In der distalen Reihe sind nur vier Knochen vorhanden, von dem fünften und sechsten finden sich nur Spuren. Eine sechste Zehe ist andeutungsweise an der tibialen Seite des Tarsus vorhanden. Die Schwimmhaut spannt sich zwischen den Phalangen aus; diese und die Metatarsalia sind sehr lang.

Reptilien. Saurier und Chelonier, deren vordere Extremitäten denen der Urodelen im hohen Mafse gleichen, besitzen Andeutungen eines früher vorhandenen sechsten Fingers.

Die Crocodilinen haben im Carpus kein Intermedium; das Centrale findet sich am radialen Rande.

Der Tarsus zeigt bei allen Ordnungen eine starke Rückbildung. In der proximalen Reihe sind alle Knochen bei Sauriern und Cheloniern zu einem einzigen Knochen verwachsen, der als Tibiale, Intermedium, Fibulare und

Centrale zu deuten ist. Auch hier findet sich die Andeutung eines sechsten Fingers.

Die fünf Tarsalia der distalen Reihe verwachsen bei den Schildkröten unter einander, bei den Sauriern mit den entsprechenden Metatarsen.

Die Crocodilinen haben in der proximalen Reihe zwei Knochen, deren einer als Tibiale, Intermedium und Centrale, deren anderer als Fibulare zu betrachten ist; jener Knochen heifst Astragalus, dieser, der einen Fersenhöcker besitzt, Calcaneus.

Vögel. Das Handskelet der recenten Vögel hat durch Anpassung an den Flug sehr bedeutende Veränderungen erfahren.

Die 3 distalen der 5 beim Embryo vorhandenen Carpalia verwachsen mit den 3 Metacarpalia, die beiden proximalen, getrennt persistierenden sind das Radiale und Ulnare. Die Metacarpalia vereinigen sich zum Teil; Phalangen sind stets nur wenige vorhanden.

Die Knochen des Humerus und Antibrachium sind sehr stark entwickelt und pneumatisch.

Embryonal wird der Tarsus von drei Stücken gebildet, einem distalen und zwei proximalen. Die beiden letzteren (Tibiale und Fibulare) verwachsen mit der Tibia, ersteres entspricht dem Tarsale I bis V und verwächst mit den Metatarsen. Die letzteren sind beim Embryo in der Fünfzahl vorhanden; der fünfte Metatarsus verschwindet frühzeitig, der zweite, dritte und vierte verwachsen und bilden den Laufknochen, während der erste Metatarsus sich selbständig erhält.

Säugetiere. Die vordere Extremität ist entweder ausschliefslich Gehwerkzeug oder sie wird zum Greiforgan und erfährt dadurch grofse Veränderungen. Die Knochen des Antibrachium sind beim Greiforgane mit einander gelenkig verbunden, wodurch die Pronation und die Supination ermöglicht wird.

In Carpus und Tarsus verwachsen einzelne Knochen mit einander. Im Tarsus verwachsen Tibiale und Intermedium zum Astragalus; das vierte und fünfte Tarsale werden zum Os cuboideum, das vierte und fünfte Carpale zum Hakenbein (Os uncinatum). Das Centrale, embryonal bei allen fünffingrigen Säugern vorhanden, verwächst bei vielen schon frühzeitig mit dem Radiale. Namentlich ist dies

der Fall beim Gorilla, Schimpanse und dem Menschen, bei welch letzterem sich nur in 0,4 % der Fälle die Trennung erhält.

Bei den Huftieren haben sich im Laufe der geologischen Epochen starke Rückbildungen eingestellt. Bei dem recenten Pferde (perissodactyl) ist nur der dritte Finger vorhanden, während seine fossilen Vorfahren 4 oder 5 Finger besafsen. Die Zweihufer (artiodactyl) besitzen den dritten und vierten Finger.

An der hinteren Extremität hat häufig das Femur eine geringere Länge als das Crus; die Tibia an letzterem ist gleich dem Radius an der vorderen Gliedmafse der stärker entwickelten Knochen. Die Patella ist ein Sesambein, das in der Sehne des Streckmuskels des Unterschenkels sich entwickelt.

Nach neueren Untersuchungen erscheint es höchst wahrscheinlich, dafs Hand und Fufs der Säuger von einer heptadactylen Urform abstammen.

Am ulnaren Rande nämlich findet sich ein Knochen, Os pisiforme, der als Rest eines sechsten Strahles, also als Rest eines verlorenen sechsten Fingers zu betrachten ist.

Am radialen Rande wird die Cartilago marginalis als Rest eines siebenten Fingers, des Praepollex, gedeutet.

Am tibialen Rande erkennt man die Andeutungen eines Praehallux, dessen proximaler Tarsalknochen im Naviculare, und zwar der Tuberositas navicularis, zu suchen wäre.

Der Calcaneus, der als Fibulare zu deuten ist, wird embryonal beim Menschen aus zwei Stücken gebildet, deren eines einem Ulnare, deren anderes einem Pisiforme gleich zu setzen ist.

Tabelle der Homodynamieen (Homologieen?) zwischen vorderer und hinterer Extremität, nach Gegenbaur.

Schultergürtel.		Beckengürtel.
Scapula	=	Ileum.
Procoracoid	=	Os pubis.
Coracoid	=	Os ischii.
Clavicula	=	fehlt.

Vordere Extremität.		Hintere Extremität.
Humerus	=	Femur.
Radius	=	Tibia.
Ulna	=	Fibula.

Carpus.		Tarsus.	
Primitive Form.	Umgebildete Form.	Primitive Form.	Umgebildete Form.
Radiale	= Naviculare	= Tibiale	= Astragalus.
Intermedium	= Lunatum	= Intermedium	
Ulnare	= Triquetrum	= Fibulare	= Calcaneus.
Centrale	= Centrale (Nager, Insectivoren, Affen)	= Centrale	= Naviculare.

Carpale I	= Multangulum majus	= Tarsale I	= Cuneiforme I
Carpale II	= Multangulum minus	= Tarsale II	= Cuneiforme II
Carpale III	= Capitatum	= Tarsale III	= Cuneiforme III
Carpale IV, V	= Hamatum	= Tarsale IV, V	= Cuboideum.

Muskulatur.

Die glatten Muskeln kommen bei den Vertebraten nur in der Wand des Darmkanales, in den Gefäfsen und in der Haut vor; die quergestreiften Muskeln bewirken die Bewegung des Körpers und bilden seine Wandung. Erstere bewegen sich selbständig, d. h. sind dem Einflusse des Willens entzogen; letztere, mit Ausnahme des aus quergestreifter Muskulatur bestehenden Herzens, sind die willkürlichen, in diesem Abschnitte allein zu behandelnden Muskeln.

Die Entwicklung der Muskulatur folgt der des Skelets; homologen Skeletpartieen entsprechen stets homologe Muskelgruppen.

Die Hautmuskulatur ist bei den Vertebraten in nicht zu starkem Grade ausgebildet. Bei Säugetieren kann sie sich über Rücken, Kopf, Hals und Seiten erstrecken und eine starke Entwicklung erreichen (z. B. Pferd, Rind, etc.), beim Menschen ist nur ein kümmerliches Rudiment vorhanden, das Platysma myoides.

Die Muskeln des Stammes, d. h. diejenigen, welche in keinem Konnex mit den Extremitäten stehen, zerfallen in eine craniale resp. viscerale, eine ventrale und dorsale Partie.

Dorsale und ventrale Partie bilden bei Fischen und Amphibien den Seitenrumpfmuskel (Musculus lateralis), welcher aus metameren Abschnitten, den Myomeren, zusammengesetzt ist, die durch die sogenannten Myocommata (bindegewebige Septa) von einander getrennt sind. In den Myocommata können sich Rippen bilden. Die metamere Gliederung folgt der Metamerie des Skelets und der Verteilung der Spinalnerven.

Die cranio-viscerale Muskulatur steht in enger Beziehung zum Visceralskelet.

Die ventrale Partie des Seitenrumpfmuskels erleidet in viel umfangreicherem Mafse Differenzierungen, als die dorsale, da sich aus ihr bei Fischen und Amphibien verschiedene Bauchmuskeln (Rectus und die Obliqui) aussondern.

Bei den Reptilien ist die Differenzierung der Seitenrumpfmuskulatur noch weiter gegangen; da eine Trennung von Brust und Bauch sich hier zum ersten Male bemerklich macht. An der ersteren finden sich bereits Intercostales externi und interni, an der letzteren ein Quadratus lumborum. Die dorsale Partie läfst eine gröfsere Zahl differenzierter Muskeln erkennen: einen Musculus longissimus, ileocostalis, Musculi interspinales, semispinales, multifidi, splenii, levatores costarum und scaleni. An der ventralen Partie ist namentlich der Rectus abdominis gut ausgebildet.

Bei den Vögeln tritt infolge der kräftigen Entwicklung der Muskeln für die vorderen Extremitäten die Stammmuskulatur bedeutend zurück Die Obliqui abdominis sind nur gering ausgebildet, ein Transversus fehlt ganz, der Rectus ist nicht segmentiert. Aufser den Intercostales externi und interni findet sich zum ersten Male ein Triangularis sterni.

Die Bauchmuskeln der Säugetiere werden stets durch den Musculus obliquus externus, internus und transversus gebildet; der Rectus abdominis besitzt deutliche Myocommata, die sogenannten Inscriptiones tendineae. Der Musculus pyramidalis ist bei Monotremen und Marsupialien stark entwickelt.

Die Intercostales externi und interni, welche wichtige Beziehungen zum Respirationsakte haben, finden sich allenthalben vor.

An den Muskeln des Visceralskelets erkennt man noch deutlich die Beziehungen zur ventralen Partie der Rumpfmuskulatur; an den Kopfmuskeln unterscheidet man die mimischen Muskeln und die Kiefermuskeln.

Die cranio-viscerale Muskulatur der Selachier zeigt 4 Gruppen, nämlich: 1. oberflächliche Ringmuskeln, 2. obere Zwischenbogenmuskeln, 3. mittlere Beuger der Bögen, 4. ventrale Längsmuskeln.

Die ersteren gehören in den Verbreitungsbezirk des Vagus, Glossopharyngeus, Facialis und des dritten Astes des Trigeminus. Sie sind die Schliefsmuskeln der Mund- und Kiemenhöhle und die Heber des Visceralskelets.

Die oberen und mittleren Beuger, im Bezirke des Vagus und Glossopharyngeus gelegen, adduzieren die Kiemenbögen.

Die ventrale Längsmuskulatur, vom ersten und zweiten Spinalnerven versorgt, geht bis zum Unterkiefer bez. bis zum Hyoidbogen.

Bei den Teleostiern mufs man die Kiefermuskulatur, die Muskeln der dorsalen und der ventralen Enden der Viceralbögen unterscheiden.

Bei Amphibien bildet der Musculus mylohyoideus den Rest der oberflächlichen Ringmuskeln der Selachier. Dorsalwärts von demselben liegen der Omohyoideus, Sternohyoideus und Geniohyoideus, Fortsetzungen der Stammmuskulatur, welche Myocommata besitzen.

Die Zunge wird durch eigene Muskeln bewegt, den Hyoglossus und Genioglossus, welche ebenfalls, wie die vorigen, sich aus der Stammmuskulatur herausgebildet haben.

Die Muskulatur des Zungenbeins und der Kiemenbögen zerfällt bei den Perennibranchiaten in eine dorsale und eine ventrale Partie. An den Kiefermuskeln unterscheidet man einen Digastricus oder Biventer mandibulae, der vom Facialis innerviert wird, und den Masseter, Temporalis und Pterygoideus, welche in der Verbreitung des dritten Trigeminusastes liegen.

Bei den Amnioten, die insgesamt betrachtet werden sollen, ist das Visceralskelet sehr zurückbildet und demzufolge auch die Visceralmuskulatur. Alle Muskeln, die für die Kiemenatmung dienen, sind verschwunden. Am Halse und am Boden der Mundhöhle finden wir einen Mylo-

hyoideus, Sternohyoideus, Omohyoideus, Geniohyoideus, Hyoglossus, Genioglossus, Sternothyreoideus und Thyreohyoideus.

Die Muskulatur des Kiefers gleicht der der Amphibien, ist aber besser spezialisiert.

Die mimische Muskulatur ist nur bei den Säugetieren entwickelt und findet sich um Auge, Mund, Nase und Ohr angeordnet.

Die Extremitätenmuskeln, bei deren Untersuchung die Homologieen der Skeletpartieen, an welchen sie entspringen und an die sie sich anheften, die Beziehungen zu den umgebenden Weichteilen und die Nerven zu berücksichtigen sind, können als Differenzierungen der Seitenrumpfmuskulatur betrachtet werden. Die Hauptgruppen, welche zu unterscheiden sind, sind einmal die am Extremitätengürtel und dann die an der freien Extremität sich findenden. Während die Flossenmuskulatur der Fische eine relativ einfache Funktion besitzt, nämlich Heben, Senken, Adduktion und Abduktion der ganzen Extremität, und daher auch eine sehr einfache Gliederung erkennen läfst, zeigen die Extremitätenmuskeln der übrigen Vertebraten gemäfs der komplizierteren Verrichtung der Gliedmafsen auch eine weitergehende Spezialisierung. Denn es handelt sich nicht mehr blofs um Bewegung der ganzen Extremität, sondern es werden auch die einzelnen Abschnitte derselben gegeneinander in eine verschiedene Lage gebracht durch Drehen, Beugen und Strecken und bei den Tieren, bei welchen die vordere Extremität ein Greiforgan geworden ist, um Pronation und Supination.

Die ersten Andeutungen eines Zwerchfells (Diaphragma), eines Muskels, welcher eine Scheidewand zwischen Brust- und Bauchhöhle bildet und, wo er vollständig entwickelt ist, als der wichtigste Atemmuskel betrachtet werden mufs, findet man bei den Urodelen. Der Transversus abdominis entsendet hier einige Fasern zwischen Pericard und Leber.

Bei Cheloniern, Crocodilinen und Vögeln tritt das Diaphragma etwas besser hervor, indem seine Muskelbündel von der Wirbelsäule und von den Rippen entspringen. Eine völlige Trennung zwischen Brust- und Bauchhöhle wird aber noch nicht durch dasselbe bedingt.

Eine solche vollkommene Trennung dagegen ist bei den Säugetieren überall ausgeprägt. Der pericardiale Teil des Diaphragma bildet das Centrum tendineum, der pleurale Teil, welcher unabhängig von ersterem sich bildet, ist rein muskulös.

Anhang zu den Muskeln.

Elektrische Organe.

Bei Torpedo marmorata und ocellata (Rochen), bei Gymnotus electricus, einem südamerikanischen Aale, und bei Malopterurus electricus, einem afrikanischen Welse (beide Physostomen), sind elektrische Organe nachgewiesen. Dieselben liegen bei Torpedo als breite Masse seitlich am Kopfe zwischen Kiemensäcken und Propterygium und bei Gymnotus in der ventralen Hälfte des Schwanzes; bei Malopterurus stellen sie eine mantelartige Umhüllung des Körpers dar, welche zwischen Haut und Muskulatur gelegen ist.

Schwach elektrische Organe, früher pseudoelektrische genannt, finden sich bei den Rochen, mit der Ausnahme von Torpedo, den Mormyren und Gymnarchus. Sie liegen in den Seiten des Schwanzendes und besitzen die gleiche metamere Sonderung, wie die vor ihnen sich findenden Muskelsegmente.

Die elektrischen Organe können als umgewandelte Muskelfasern, die Endigungen ihrer Nerven in ihnen als Homologa der motorischen Endplatten betrachtet werden. Nach G. Fritsch macht Malopterurus davon eine Ausnahme, da hier die Organe umgewandelte Drüsen sein sollen.

Die Organe bestehen im wesentlichen aus einem bindegewebigen Gerüste, das ein Fachwerk von aufserordentlich zahlreichen Kammern oder Kästchen bildet. Die Kästchen ordnen sich zu prismatischen Säulen, die bei Torpedo in dorso-ventraler, bei Gymnotus und Malopterurus in longitudinaler Richtung stehen. Die Nerven, zwischen den Prismen verlaufend, entstehen bei Torpedo aus dem Lobus electricus in der Gegend des Nachhirns, bei den schwach elektrischen Fischen und bei Gymnotus vom Rückenmark. Bei Malopterurus kommen die elektrischen Nerven von einer kolossalen Ganglienzelle, die jederseits in der

Nähe des zweiten Cervicalnerven gelegen ist und in eine grofse Nervenfaser übergeht, die beständig Seitenzweige abgiebt. Die Nerven enden in den elektrischen Platten, und zwar bei Torpedo an der ventralen Seite, bei Gymnotus auf der hinteren, dem Schwanze zugewandten Fläche, bei Malopterurus nach Durchbohrung der hinteren auf der vorderen Fläche.

Nervensystem und Sinnesorgane.

Wir betrachten zunächst das Nervensystem.

Dasselbe wird eingeteilt in das aus Gehirn und Rückenmark bestehende centrale, in das periphere und das symphatische Nervensystem.

Centralnervensystem.

a) Rückenmark (Medulla spinalis).

Zuerst als einfaches, dünnhäutiges Rohr, Medullarrohr, erscheinend, gliedert sich das Centralnervensystem in einen vorderen, zum Gehirn werdenden, und einen hinteren Abschnitt, das Rückenmark. Letzterer ist ein mit engem Lumen, dem Canalis centralis, versehenes Rohr, das an den Ursprungsstellen der Extremitätennerven häufige Anschwellungen besitzt. Bei niederen Formen reicht es bis zum hinteren Ende der Wirbelsäule, bei Anuren, Vögeln, Insectivoren, Chiropteren und Primaten geht es in ein Cauda equina genanntes Nervenbüschel über, aus dem sich die Sacralnerven abzweigen. Das Filum terminale, ein fadenförmiger Anhang, erstreckt sich weit nach hinten und ist das Ende des Rückenmarks. Dorsal und ventral ist je eine Längsfurche vorhanden; die weifse Substanz, welche aus Nervenfasern besteht und die graue gangliöse Substanz umgiebt, läfst drei Strangpaare erkennen, die ventralen (Vorderstränge), dorsalen (Hinterstränge) und die lateralen (Seitenstränge).

b) Gehirn (Cerebrum).

Die erste Anlage des Gehirns wird durch 3 blasenförmige Auswüchse an der oben erwähnten vorderen Partie des Medullarrohres repräsentiert, die als Vorderhirn-, Mittelhirn- und Hinterhirnblase unterschieden werden. Das Lumen der Blasen kommuniziert mit dem des Rückenmarkrohres

und bildet die Hirnventrikel. Aus der Vorderhirn- und der Hinterhirnblase werden je 2 Blasen, so dafs nunmehr 5 Hirnblasen vorhanden sind, welche sekundäres Vorderhirn oder Grofshirn, Zwischenhirn, Mittelhirn oder Vierhügelregion, Hinterhirn oder Kleinhirn und Nachhirn oder Medulla oblongata genannt werden. Das Grofshirn erlangt in dem Typus allmählich das Übergewicht über die anderen Hirnblasen. Es wird durch eine Falte in die beiden Hemisphären zerlegt, die medial zum Teil verwachsen sind im Balken (Corpus callosum) und im Gewölbe (Fornix). Je höher wir in den Wirbeltieren aufsteigen, desto unebener wird die Oberfläche des Grofshirns durch Ausbildung der Windungen (Gyri).

Das Zwischenhirn bildet die Thalami optici, die Sehnerven mit den primären Augenblasen, an seinem Dache die sogenannte Zirbeldrüse (Epiphysis) und an seinem Boden den Trichter (Infundibulum) und zum Teil die Hypophysis (Hirnanhang).

Am Hinterhirne (Cerebellum) entstehen wie am Vorderhirne 2 Hemisphären, deren unpaares Verbindungsstück der Wurm genannt wird.

Die Ventrikel des Gehirns liegen in der Längsachse; die paarigen heifsen Seitenventrikel (Ventrikel 1 und 2), der unpaare, der mit den vorigen durch das Foramen Monroi verbunden ist, bilden den dritten und vierten Ventrikel und den Aquaeductus Sylvii. Am Gehirne tritt bald eine Biegung in ventraler Richtung auf, deren höchste Stelle, die Scheitelbeuge, vom Mittelhirne eingenommen wird. Aufserdem findet sich noch eine Brücken- und eine Nackenbeuge.

Gehirn und Rückenmark sind von bindegewebigen Häuten umschlossen, deren bei den Fischen nur 2 vorkommen, die harte Haut (dura mater) und die dem Gehirne dicht aufliegende pia mater. Die letztere ist homolog der Spinnwebenhaut (Arachnoidea) der höheren Vertebraten, die pia mater bei diesen ist also eine besondere Differenzierung.

Im einzelnen ist nun folgendes anzuführen.

Acranier. Beim Amphioxus finden wir nur eine hohle Anschwellung des vordersten Endes des Medullarrohres; wie der Schädel, so fehlt auch ein differenziertes Gehirn.

Bei den Cyclostomen treffen wir zuvorderst 2 getrennte Lappen, von denen die Nervi olfactorii entspringen; diese Lappen sind Ausstülpungen des Vorderhirns. Darauf folgt das unpaare Zwischenhirn mit dem dritten Ventrikel und dann das paarige Mittelhirn. Die Epiphysis durchbricht nirgends die Schädeldecken.

Fische. Das Gehirn der Selachier zeigt bereits eine höhere Gliederung. Bei einer Gruppe (Spinax, etc.) findet sich ein schlankes Gehirn, bei den übrigen Knorpelfischen ist dessen Gestalt mehr gedrungen. Das Zwischenhirn erscheint wie eine Kommissur zwischen Vorder- und Mittelhirn und trägt auf seinem Dache die sehr lange Epiphysis. Das Hinterhirn ist immer bedeutend entwickelt; das Nachhirn, von dem vorigen Abschnitt oft überlagert, ist bei Haifischen lang, bei Rochen mehr dreieckig. Die Lobi electrici der Torpedineen liegen dem vierten Ventrikel auf.

Das Gehirn der Teleostier, das die Schädelhöhle nicht vollkommen erfüllt, ist am mächtigsten im Mittel- und Hinterhirn entwickelt, während das Zwischenhirn in die Tiefe gerückt ist.

Ganoiden und Dipnoër. Das Gehirn von Lepidosteus und Amia ähnelt aufserordentlich dem der Teleostier und unterscheidet sich von dem Gehirne der Knorpelganoiden und von Polypterus dadurch sehr scharf. Das Gehirn der letzteren ist schlank und entbehrt, wie das der Dipnoër, der Lobi inferiores. Das Mittelhirn ist mit dem Hinterhirne und Nachhirne bei den Knorpelganoiden in dorsaler Richtung gewölbt und liegt daher sehr hoch, das Vorderhirn dagegen liegt tief. Das Mittelhirn ist paarig, das Zwischenhirn ist bei den Dipnoërn eingeschnürt.

Amphibien. Das Gehirn der Urodelen schliefst sich eng an das der Ganoiden an; das der Gymnophionen und der Anuren zeigt dagegen eine höhere Entwicklung; die Urodelen haben ein schlankes, die beiden letzteren Gruppen ein mehr gedrungenes Gehirn. Die Fovea rhomboidalis des Nachhirns ist entweder vom Mittelhirn bedeckt oder liegt frei. Das Mittelhirn ist allenthalben paarig, Tuber cinereum mit Infundibulum und Hypophysis sind deutlich ausgebildet. Das Zwischenhirn liegt bei den Urodelen frei, bei den Anuren nicht; das Vorderhirn

hat etwa cylindrische Gestalt. Das Hinterhirn ist sehr wenig ausgebildet.

Reptilien. Die Entwicklung der Hemisphären des Grofshirns hat bei dieser Klasse einen bedeutend höheren Grad erreicht, als bei den vorigen. Das Zwischenhirn liegt in der Tiefe; Infundibulum und Epiphysis sind deutlich vorhanden. Das Mittelhirn mit den Tractus optici ist paarig, das Hinterhirn hat einen mittleren und zwei seitliche Abschnitte.

Vögel. Das Vorderhirn ist beträchtlich entwickelt und deckt dorsalwärts die übrigen Hirnteile, nur das Hinterhirn liegt noch frei. Das letztere (Kleinhirn) wird von den seitlich gelegenen Flocculi und dem unpaaren mittleren Teile gebildet. Das Mittelhirn ist nach abwärts gerückt, das Corpus striatum bildet die Hauptmasse der Hemisphären. Die Lobi olfactorii sind nur schwach ausgeprägt.

Säugetiere. Bei Marsupialiern, Nagern und Insectivoren liegen Mittelhirn und Hinterhirn frei; bei den Primaten bedeckt das Grofshirn alle Teile. An dem letzteren unterscheidet man einen Lobus frontalis, parietalis, occipitalis, temporalis und centralis. Am Kleinhirn (Cerebellum) heifst der mittlere unpaare Abschnitt der Wurm, die beiden Seitenteile bilden die Hemisphären des Kleinhirns. Das Mittelhirn (Vierhügel oder Corpus bigeminum) zeigt eine nur geringe Entwicklung; auf dem vorderen Hügelpaare findet sich die Zirbel.

Peripheres Nervensystem.

Man mufs cerebrale und spinale Nerven unterscheiden. Die letzteren entspringen mit 2 Wurzeln vom Rückenmark, einer dorsalen oder hinteren, welche nur sensible Fasern führt und das Ganglion spinale durchsetzt, und einer ventralen oder vorderen, die nur motorische Fasern enthält. Beide Wurzeln verschmelzen distalwärts des Ganglion zum gemischten Nervenstamm. Die Nerven verlassen den Wirbelkanal von den Amphibien an durch die Foramina transversaria.

Die ursprünglich streng metamere Sonderung der Spinalnerven wird durch das Auftreten der Extremitäten etwas verwischt, insofern sich Nervengeflechte bilden, die als

Plexus cervicalis, Pl. brachialis, Pl. lumbalis und Pl. sacralis unterschieden werden.

Aus dem Gehirne kommen 12 Nervenpaare, deren segmentale Anordnung, bez. deren Zugehörigkeit zu den Kopfsomiten sich aufserordentlich schwer feststellen läfst.

Der erste Gehirnnerv, Nervus olfactorius, entsteht (beim Menschen) als Riechganglion zwischen Riechlappen und oberem Ende der Nasenhöhle; er verbindet sich sekundär mit dem Gehirn und persistiert als Überzug des Bulbus.

Der zweite Gehirnnerv, Nervus opticus, entsteht aus dem Stiel der primitiven Augenblase, ist also ein spezieller Hirnteil und daher, ebensowenig wie der Olfactorius, mit den übrigen Hirnnerven zu homologisieren.

Man unterscheidet am Sehnerven 3 Abschnitte, den Nervus opticus, den Tractus opticus und das Chiasma nervorum opticorum. Letzteres, die Sehnervenkreuzung, findet sich allenthalben, nur ist sie vielfach in das Innere des Gehirns eingesenkt (Cyclostomen) und tritt daher nicht, wie bei höheren Vertebraten, an der Hirnbasis frei hervor. Bei einigen Teleostiern sind die Optici nur übereinandergelagert, bei anderen tritt der eine Opticus durch einen Schlitz des anderen, bis bei den Säugern eine höchst komplizierte Verflechtung erreicht ist.

Die 3 Augenmuskelnerven, Oculomotorius, Trochlearis und Abducens, versorgen die Augenmuskeln (letztere entstehen nicht aus Urwirbeln, sondern aus Kiemenbogenmuskeln). Das Ganglion ciliare ist, weil zum Ramus profundus Trigemini gehörig, als vorderstes Spinalganglion zu betrachten.

Die 3 Äste des Trigeminus sind die folgenden: der Ramus ophthalmicus (I), mit einem oberflächlichen und einem tiefen Zweige, der Ramus maxillaris (II) und der Ramus mandibularis (III).

Der erste Ast bildet sich nach Art eines dorsalen Spinalnerven, die beiden anderen sind anfänglich einheitlich, der zweite Ast sondert sich erst später aus. Erster und zweiter Trigeminusast sind rein sensibel; jener innerviert die Stirn- und Mundgegend und einzelne Teile des Bulbus oculi, dieser innerviert die Zähne im Oberkiefer und die Haut der Oberkiefer- und Mundgegend und der Oberlippe. Der dritte Ast ist ein gemischter Nerv, welcher die Kaumuskeln versorgt,

als Gefühlsnerv der Zunge fungiert und zur Haut der Unterkiefergegend und der Unterlippe geht.

Der siebente und achte Gehirnnerv, Acusticofacialis, welche aus einem Ganglion entstehen, besitzen ursprünglich 3 Zweige: den Ramus hyoideomandibularis, den palatinus und den buccalis. Bei Säugetieren sind beide Nerven getrennt, der Facialis ist rein motorisch, der Acusticus rein Sinnesnerv; letzterer geht als Ramus cochlearis zur Schnecke, als R. vestibularis zum Labyrinth.

Der neunte und zehnte Nerv, Glossopharyngeus und Vagus, sind gemischte Nerven und ramifizieren sich aufser am Kopfe auch (Vagus) an anderen Körperpartieen. Der Vagus giebt bei Fischen einen Ast ab, der als Nervus lateralis unter der Haut bis zum Schwanze verläuft und ein Sinnesnerv ist. Der Vagus innerviert ferner unter Plexusbildung den Vorderdarm, das Herz, den Kehlkopf und die Lungen bez. die Schwimmblase.

Der elfte Nerv, Accessorius Willisii, entspringt in der Gegend des vierten bis fünften Cervicalnerven im Halsmarke, geht neben dem Nachhirn in den Schädel und tritt zusammen mit dem Vagus wieder aus diesem heraus. Er versorgt einzelne Muskeln des Schultergürtels. Bei den Cheloniern findet man ihn zum ersten Male deutlich ausgebildet.

Der zwölfte Hirnnerv endlich, der Hypoglossus, ist rein motorisch und innerviert die zwischen Sternum und Hyoid gelegenen Muskeln und die Muskeln der Zunge.

Sympathisches Nervensystem.

Der Sympathicus versorgt den Darmkanal, das Gefäfssystem und hat Beziehungen zu den Drüsen. Er zieht hauptsächlich zu beiden Seiten der Wirbelsäule dahin als sogenannter Grenzstrang.

Anhang zum Nervensystem.

Nebennieren.

Die Nebennieren, welche den Nieren aufliegen oder sich in deren Nähe finden (daher der Name), haben entwicklungsgeschichtlich einen engen Zusammenhang mit dem Sympathicus. Sie sind bei Fischen und Amphibien meist segmental angeordnete, zu beiden Seiten der Wirbelsäule gelegene Läppchen oder Bläschen; bei den Amnioten sind sie mehr selbständig.

Sinnesorgane.

Es sollen hier nur die anatomischen Verhältnisse der einzelnen Sinne einer Besprechung unterzogen werden, während die Entwicklung derselben und der feinere mikroskopische Bau der Sinnesapparate nicht erörtert werden. Über die beiden letzteren Momente sind die Lehrbücher der Entwicklungsgeschichte und der Histiologie zu konsultieren.

Gefühlssinn. Der Sitz dieses Sinnes ist überall die Haut (Integumentum commune externum). Die Sinnesempfindung wird bei allen Vertebraten vermittelt durch besondere Organe, die als Nervenhügel, Nervenampullen, Endknospen, Tastkolben etc. unterschieden werden.

Geruchsorgan. Die einfachste Form dieses Organes ist eine paarige grubenförmige oder taschenförmige Einsenkung der Haut, an deren tiefste Stelle der Riechnerv herantritt. Diese Einsenkung öffnet sich bei höherer Ausbildung in die Mundhöhle, so dafs also zwei Kanäle (jederseits der Medianlinie einer) vorhanden sind, deren vordere äufsere Öffnungen vordere Nasenlöcher (Nares), deren hintere innere Öffnungen hintere Nasenlöcher (Choanae) genannt werden.

Bei Myxinoiden und Petromyzonten ist das Geruchsorgan ein unpaar erscheinender, durch eine röhrenförmige Mündung dorsal am Vorderkopfe sich öffnender Sack, der von 2 Nervi olfactorii versorgt wird.

Bei den Selachiern ist das an der Ventralfläche der Schnauze gelegene Geruchsorgan paarig und bleibt es von jetzt ab im ganzen Typus. Hier wie auch bei den übrigen Fischen stellt das Organ eine blinde, d. h. nicht mit innerer Öffnung versehene Einsenkung dar.

Das Geruchsorgan der Ganoiden liegt zwischen Auge und Schnauze. Jede äufsere Nasenöffnung zeigt 2 Abteilungen, von denen die vordere auf der Spitze einer Röhre gelegen ist.

Bei Dipnoërn und unter den Amphibien bei den Perennibranchiaten stellt das Geruchsorgan eine einheitliche oder durchbrochene Knorpelhöhle dar und liegt noch aufserhalb des Schädels. Bei allen anderen Amphibien gehört die Nasenhöhle mit zum Schädel, in dessen Verlängerung sie gelegen ist.

Die Nasenmuscheln sind in die Nasenhöhle vorspringende Teile des Kopfskelets; dieselben finden sich in

schwacher Entwicklung bei den Urodelen, sind dagegen bei Gymnophionen und Anuren stark ausgeprägt. Man kann überall eine Haupthöhle von einer Nebenhöhle unterscheiden.

Drüsen, die in der Nase sich bei Amphibien zuerst finden, münden direkt in die Nasenhöhle oder in die Choanen. Im Septum narium liegt bei den Urodelen eine acinöse Drüse.

Der Ductus nasolacrymalis geht vorn von der Orbita durch die seitliche Nasenwand in die Nasenhöhle.

Reptilien. Bei den Eidechsen und Scinken besteht die Nasenhöhle aus einem kleinen vorderen äufseren und einem gröfseren hinteren inneren Abschnitte, von welchen der letztere die Regio olfactoria ist. In der inneren Nasenhöhle ist eine Muschel vorhanden. Die Schlangen haben keine äufsere Abteilung oder Vorhöhle.

Die Crocodilinen besitzen eine echte Nasenmuschel, d. h. eine selbständige Prominenz in der Nasenhöhle, und eine unechte Muschel (Pseudoconcha), d. h. eine Vorwölbung der ganzen Nasenwand. Die Nase besteht aus einer oberen Abteilung, Regio olfactoria, und aus einer unteren Abteilung, Regio respiratoria.

Vögel. Auch hier haben wir eine Vorhöhle, Regio respiratoria, und eine höher gelagerte Riechhöhle, Regio olfactoria, zu unterscheiden. Es findet sich nur eine meist knorplige, seltener knöcherne echte Nasenmuschel und eine Pseudoconcha; unterhalb und vor der ersteren öffnet sich der Ductus nasolacrymalis.

Säugetiere. Das Siebbein bildet eine Anzahl (meist fünf) Wülste, das sogenannte Siebbeinlabyrinth, deren vorderster vordere Muschel genannt wird. Die vier anderen Wülste bleiben entweder selbständig, oder die beiden oberen und die beiden unteren bilden je eine Muschel, die obere und die mittlere Nasenmuschel. Die untere (vordere) Nasenmuschel entspricht der der niederen Wirbeltiere, unter ihr mündet der Ductus nasolacrymalis. Durch die drei Muscheln werden drei Gänge gebildet; die beiden oberen gehören zur Regio olfactoria, der untere zur Regio respiratoria. Die Nasenhöhle der Säuger kommuniziert mit der Kieferhöhle, den Stirnhöhlen, den Siebbeinhöhlen und den Keilbeinhöhlen.

Bei den Säugern findet sich auch zuerst eine äufsere Nase, die durch zwei Knochen, die Ossa nasalia, und ein Knorpelgerüst gebildet wird.

Jakobson'sche Organe nennt man Bildungen, welche während der embryonalen Entwicklung sich abschnüren, als Nebennasenhöhlen fungieren und vom Olfactorius und Trigeminus innerviert werden. Sie stehen durch eine eigene Öffnung mit der Mundhöhle in Kommunikation. Die Jakobson'schen Organe, welche bei Crocodilinen, Schildkröten und Vögeln fehlen, sind bei Säugern, und zwar besonders bei Nagern, Wiederkäuern und Einhufern sehr ausgebildet. Das, was beim Menschen mit diesem Namen bezeichnet wird, ist nach Gegenbaur kein Jakobson'sches Organ, sondern der Rest einer septalen Nasendrüse, die bei Halbaffen sehr stark entwickelt ist; ein eigentliches Jakobson'sches Organ fehlt den Menschen.

Gesichtsorgan. Am Sehorgane der Vertebraten sind das eigentliche Auge und die Hilfsapparate zu unterscheiden. Das Auge besteht aus mehreren in einander geschobenen Häuten, welche in folgender Reihenfolge von aufsen nach innen liegen: Sclera mit Cornea (Hornhaut), Chorioidea mit Iris und Retina oder Netzhaut, die bei allen Vertebraten vom Opticus durchbohrt wird. Im Innern des Auges (Bulbus oculi) liegen die Linse und der Glaskörper (Corpus vitreum). Die Hilfsapparate sind die Augenlider oder Palpebrae, Drüsen und die Augenmuskeln.

Betrachten wir zunächst den Bulbus oculi.

Den Acraniern fehlt ein Sehorgan.

Die Cyclostomen (Myxinoiden) haben keine Linse, keine Iris, keine Sclera und Cornea. Das Auge ist unter der Haut verborgen, die bei den Petromyzonten durch starke Verdünnung den Eintritt der Lichtstrahlen gestattet.

Fische. Die Linse des Fischauges hat Kugelgestalt und erfüllt zum gröfsten Teile das Innere des Auges. Ein Musculus ciliaris, durch den die Accommodation bewirkt werden könnte, fehlt, es ist vielmehr nur ein Ligamentum ciliare vorhanden. Den Accommodationsapparat repräsentiert der Processus falciformis, eine von der Chorioidea entspringende und in das Corpus vitreum sich erstreckende Falte, die am Äquator der Linse mit der sogenannten Campa-

nula Halleri, einer knopfförmigen Anschwellung, endet. Die Muskelfasern im Processus falciformis bewirken die Accommodation.

Die Argentea ist eine metallisch (silbern) glänzende Haut, die zwischen der Chorioidea und der Lamina fusca gelegen ist.

Das Tapetum cellulare s. lucidum scheint den Teleostiern abzugehen, ist aber bei Selachiern vorhanden und liegt hier auswärts von der Chorio-capillaris.

Bei Teleostiern findet sich noch die Chorioidealdrüse; dieselbe liegt zwischen Argentea und Pigmentepithel, neben dem Opticuseintritt, und ist ein Wundernetz.

Amphibien. Die Sclera enthält, wie die der Fische, in verschiedenem Grade Knorpel, die Hornhaut ist nur wenig gewölbt, die Linse ist kuglig. Eine Argentea, Tapetum, Chorioidealdrüse und Processus falciformis sind nicht vorhanden. Die Accommodation wird herbeigeführt durch den Musculus ciliaris, der von den Amphibien an aufwärts nie mehr fehlt. Bei Proteus hat das Auge keine Linse und keinen Glaskörper.

Reptilien. Die Sclera besteht teilweise aus Knorpel und besitzt bei Sauriern, Scinken und Cheloniern einen aus zahlreichen Platten zusammengesetzten knöchernen Ring. Dieser Scleralring findet sich übrigens auch bei fossilen Formen.

Bei Eidechsen und Scinken ist ein Tapetum vorhanden; bei beiden Gruppen findet sich ferner ein Gebilde, der Kamm (Pecten), welcher der Campanula Halleri der Fische homolog ist.

Vögel. Das sehr grofse Auge der Vögel läfst einen grofsen vorderen und kleinen hinteren Abschnitt erkennen, die gegen einander wie abgeknickt erscheinen. Die knorplige Sclera hat in ihrem vorderen Abschnitte bei allen Vögeln einen knöchernen Ring. Das Pecten im Vogelauge, das neben dem Opticuseintritte gelegen ist und dann dem Mariotte'schen Flecke gleichzusetzen wäre und sich bis an die Linsenkapsel hinziehen kann, ist ein Homologon des Pecten der Reptilien. Es ist stets halskrausenförmig gefaltet.

Der Ciliarmuskel der Vögel, welcher stärker ist als der aller übrigen Vertebraten, besteht aus quergestreiften Fasern

(ebenso der der Reptilien). Ein Teil desselben wird bei Raubvögeln als Crampton'scher Muskel bezeichnet.

Säugetiere. Die Sclera enthält weder Knorpel noch Knochen, sondern wird ausschliefslich von straffem Bindegewebe gebildet.

Der Ciliarmuskel hat glatte Fasern.

Die Hilfsorgane des Auges.

Die Augenmuskeln. Es sind 6 Muskeln vorhanden, welche als Musculus rectus superior, inferior, externus und internus (die vier geraden Muskeln) und Musculus obliquus superior und inferior (die beiden schiefen Augenmuskeln) unterschieden werden. Bei Vögeln und Reptilien kommen ein Musculus quadratus und M. pyramidalis vor, welche die Nickhaut bewegen; die Huftiere haben einen Musculus retractor bulbi.

Die Augenlider (Palpebrae) sind von den Fischen bis zu den Vögeln incl. nur schwach angedeutet, namentlich sind sie von der Haut nicht gut zu sondern und nur wenig oder gar nicht beweglich. An ihrer Innenfläche werden sie von der Augenbindehaut, Conjunctiva, überzogen. Die Nickhaut, Membrana nictitans, auch drittes Augenlid genannt, ist eine Duplikatur der Conjunctiva und ersetzt bei den oben genannten Klassen die Palpebrae. Die Palpebrae der Säugetiere sind stets gut ausgebildet, die Nickhaut findet sich im inneren Augenwinkel und ist bei den höchsten Säugern bis auf eine kleine Falte, die Plica semilunaris, zurückgebildet.

Drei Drüsenarten werden beim Auge unterschieden, nämlich: die Thränendrüse (Glandula lacrymalis), die Harder'sche oder Nickhautdrüse und die Meibom'schen Drüsen.

Bei Urodelen ist eine Drüse in der ganzen Länge des unteren Augenlides vorhanden, bei Reptilien sind daraus 2 Drüsen geworden, deren eine als Harder'sche, deren andere als Thränendrüse bezeichnet wird. Letztere liegt am hinteren (äufseren) Augenwinkel, erstere am vorderen (inneren) und diese umfafst den Bulbus median- und ventralwärts. Die Thränendrüse der Vögel liegt, wie die der Reptilien, am unteren Augenlide, bei den Säugetieren dagegen gehört sie mehr zur oberen Palpebra. Eine Harder'sche Drüse ist bei

Cetaceen, Affen und Menschen nicht vorhanden, bei den übrigen Vertebraten dagegen von den Amphibien aufwärts gut entwickelt.

Meibom'sche Drüsen besitzen nur die Säugetiere. Die Drüsen finden sich im oberen Augenlide und gehören zu den sogenannten Talgdrüsen.

Parietalauge oder Scheitelauge. Bei Sauriern (Eidechsen, Blindschleichen, etc.) findet sich ein unpaares, augenähnliches Gebilde, das als ein besonders differenzierter Teil des oberen Abschnittes der Zirbel zu betrachten ist. Das Parietalauge ist in einem Loche des Scheitelbeins oder an der Grenze desselben mit dem Stirnbeine gelegen, von einer ziemlich durchsichtigen Hautstelle bedeckt und stellt eine Blase dar, deren Wandung von einem einschichtigen Epithel bekleidet wird. Der dorsale Teil der Blase ist linsenartig, der ventrale hat ein pigmenthaltiges Epithel und wird als Retina gedeutet. Bei anderen Sauriern ist die Blase pigmentfrei. Die Cyclostomen haben ein dem eben beschriebenen Parietalauge gleichendes Gebilde, welches von der Schädeldecke überlagert ist. Die Zirbel der Selachier, die in einen Faden ausgezogen ist, endet in einem Loche der dorsalen Schädelwand; eine Augenbildung ist aber nicht vorhanden. Bei den Anuren trägt im larvalen Zustande die Zirbel, welche fadenförmige Gestalt hat, eine Anschwellung, die an der Dorsalseite des Kopfes, auf die sie durch ein Loch in der Schädelwand gelangt ist, unmittelbar unter der Haut gelegen ist.

Gehörorgan. Das seiner allerersten Anlage nach einheitliche Gehörorgan der Vertebraten zeigt embryonal sehr bald eine Teilung, infolge deren an ihm 2 Abschnitte zu unterscheiden sind, der Sacculus und der Utriculus. Aus dem ersteren werden die Recessus vestibuli und die Schnecke, aus dem letzteren die Bogengänge, auch halbzirkelförmige Kanäle genannt.

Die Differenzierungsprodukte von Sacculus und Utriculus bilden zusammen das häutige Labyrinth. Um dasselbe entsteht eine Knochenkapsel, das knöcherne Labyrinth, die dem häutigen Labyrinthe nicht fest anliegt; zwischen beiden vielmehr befindet sich das Cavum perilymphaticum.

Mit Ausnahme der Cyclostomen haben die Vertebraten 3 Bogengänge, die als vorderer oder sagittaler, hinterer oder frontaler und äußerer oder horizontaler unter-

schieden werden. Der sagittale und der horizontale Bogengang entstehen vom sogenannten Recessus utriculi mit einer Erweiterung, der Ampulle, der frontale, welcher gleichfalls mit einer Ampulle vom Utriculus sich erhebt, entspringt an einem als Verbindungsröhre besonders unterschiedenen Teile derselben.

Der Nervus acusticus tritt in die Ampullen zu den vorspringenden Cristae acusticae und in den Utriculus zur Macula acustica. Bei den meisten oder allen Vertebraten kommen an den Endstellen des Acusticus die Otolithen oder Gehörsteine vor: das sind Konkremente von kohlensaurem Kalke.

Bei den höheren Vertebraten ist aufser diesem inneren Ohre noch ein äufseres Ohr vorhanden, an dem man den äufseren Gehörgang, die Paukenhöhle (Cavum tympani), und die als Tuba Eustachii bezeichnete Verbindung der letzteren mit dem Pharynx unterscheidet. Cavum tympani und äufserer Gehörgang werden durch das Trommelfell (Membrana tympani) von einander geschieden; in der ersteren liegen die Gehörknöchel. Die Auricula (Ohrmuschel), bei Reptilien und Vögeln nur angedeutet vorhanden, ist bei den Säugetieren gut entwickelt.

Das Gehörorgan der Fische zeigt im wesentlichen den oben skizzierten Bau, nur fehlt ein äufseres Ohr. Die Schnecke der Fische stellt einen kleinen, knopfförmigen Auswuchs des Sacculus dar und wird Lagena genannt.

An der Schnecke der Amphibien, namentlich der Anuren, ist bereits eine Pars basilaris mit einer Papilla acustica angedeutet. Ferner findet sich ein Knorpel, der mit dem Steigbügel der höheren Wirbeltiere homologisiert werden kann und der die Fenestra ovalis abschliefst. Die Membrana tympani, welche in gleicher Höhe mit der Haut liegt, und die Tuba Eustachii ist nur bei den Anuren vorhanden.

Reptilien und Vögel. Bei den Schildkröten ist die Schnecke noch wenig verschieden von der der Amphibien, sie wird bei den Sauriern zu einem Kanale, dem Ductus cochlearis, und zeigt bei den Crocodilinen und Vögeln bereits die Andeutung einer Spiralwindung. Die Verbindung von Sacculus und Cochlea wird bei den Vögeln durch einen Kanal, den Canalis reuniens hergestellt. Ein

Corti'sches Organ fehlt aber den Crocodilinen und Vögeln.

Säugetiere. Hier erreicht die Ausbildung der Schnecke den höchsten Grad; dieselbe ist spiralig gedreht, hat bei den Cetaceen $1^1/_2$, beim Kaninchen $2^1/_2$, beim Rinde $3^1/_2$, bei Katze und Mensch 3 und beim Schweine fast 4 Windungen. Mit der Ansbildung der Schnecke geht Hand in Hand die des Corti'schen Organes, über dessen bei Säugern im wesentlichen übereinstimmenden Bau die Lehrbücher der Histiologie zu konsultieren sind.

Der schallleitende Teil des Gehörorganes wird aufser von der Membrana tympani von 3 Gehörknöchelchen gebildet, vom Hammer, Amboſs und Steigbügel, von welchen der erstere dem Articulare, der zweite dem Quadratum der übrigen Vertebraten homolog sind. Bei manchen Säugern findet sich noch ein viertes Gehörknöchelchen.

Die Auricula ist gut entwickelt und wird durch verschiedene Muskelgruppen bewegt, welche beim Menschen eine hochgradige Reduktion erfahren haben.

Ernährungssystem.

Der gröfste Teil des Darmkanales liegt in der Bauchhöhle. Hier wird er von einer serösen Haut bekleidet, dem Bauchfelle oder Peritoneum, das aus zwei Blättern besteht. Das innere Blatt überzieht die Eingeweide aufser den Nieren und dem Endteile des Rectum und heifst das viscerale Blatt; das äufsere Blatt liegt der Innenfläche der Körperwand dicht an und wird parietales Blatt genannt. Beide Blätter hängen am Mesenterium (Gekröse) zusammen. Das letztere ist das Aufhängeband des Darmkanales und beherbergt die Gefäfse und Nerven sowie zahlreiche Lymphdrüsen. Es hat seinen Ursprung an der hinteren Bauchwand an der Wirbelsäule.

Wir betrachten zunächst den Darmkanal, dann die Organe der Mundhöhle und zu dritt die Anhangsdrüsen; die Histiologie soll nicht erörtert werden.

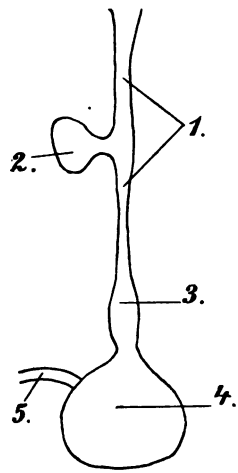
Am Darmkanale sind 3 Partieen zu unterscheiden, der Vorderdarm, der Mitteldarm und der Hinterdarm. Der Vorderdarm zerfällt in den Munddarm, Schlundkopf oder Rachen (Pharynx), die Speiseröhre (Oesophagus) und den Magen (Ventriculus). Der Mittel-

darm wird (beim Menschen) auch Dünndarm genannt und läfst 2 Abschnitte, das Jejunum und das Ileum, erkennen. Der Hinterdarm, Dickdarm oder Colon genannt, zerfällt in den eigentlichen Dickdarm und den Mastdarm (Enddarm, Rectum).

Vorderdarm. Bei Amphioxus enthält die Mundöffnung stützende Cirrhusstäbe; bei Cyclostomen findet sich in derselben Gegend ein Knorpelring. Die übrigen Vertebraten haben Kiefer. Lippen, welche die Mundöffnung umgeben, treten deutlich erst bei den Säugetieren auf. Zwischen den Lippen und den Kiefern ist der Vorhof des Mundes (Vestibulum oris) vorhanden, der bei den meisten Affen und den Nagern die sackförmigen Backentaschen bildet.

Die Cyclostomen, Dipnoër, Chimaera, manche Knochenfische und einige Kiemenmolche haben keinen deutlichen Magenabschnitt am Vorderdarme; die Grenze zwischen letzterem und dem Mitteldarme wird nur durch die Einmündung des Gallenganges angezeigt.

Fig. 82.



Schematische Darstellung des Vorderdarmes eines körnerfressenden Vogels. 1 = Oesophagus; 2 = Kropf; 3 = Säuremagen; 4 = Muskelmagen; 5 = Mitteldarm.

Bei den Ganoiden, vielen Knochenfischen, Salamandrinen und Anuren erscheint dagegen der Magen als eine sackförmige Erweiterung, an deren oralem Teile sich häufig ein deutlicher Oesophagus findet.

Der Oesophagus der Reptilien ist ziemlich lang und geht in den weiten Magen über.

Der Oesophagus der Vögel hat eine Erweiterung, die Kropf (Ingluvies) genannt wird und in zwei Formen erscheinen kann: als falscher Kropf, wenn derselbe nur als Aufbewahrungsort für reichlich auf einmal aufgenommene Nahrung dient (fischfressende Vögel), oder als wahrer Kropf, wenn derselbe beim eigentlichen Verdauungsakte beteiligt ist.

Der Magen der Vögel läfst eine deutliche Zweiteilung erkennen. Der vordere Teil heifst Drüsenmagen (Säuremagen); er allein besorgt durch das Sekret seiner Drüsen die chemische Veränderung des aufgenommenen Nahrung. Der hintere Teil wird Muskelmagen genannt; er wird durch eine mächtige Muskelmasse gebildet, die auf ihrer dem Lumen zugewandten Fläche von einer hornartigen Sekretschicht überzogen wird; seine Funktion ist eine wesentlich mechanische. Bei Körnerfressern hat er eine viel stärkere Ausbildung, als bei Fleischfressern.

Säugetiere. Oesophagus und Magen sind bei dieser Klasse stets deutlich geschieden. Die Einmündung des ersteren in den letzteren heifst Cardia; dieselbe steht beim Brechakte weit offen, bei Pferden aber findet sich hier durch das Auftreten eines Muskelringes eine Art Klappe, durch welche der Rücktritt der Ingesta verhindert wird.

Der Magen ist meist quer gelagert, von sackförmiger Gestalt und läfst aufser der Pars cardiaca die Pars pylorica und den Fundus erkennen. An der Pars pylorica, dem Pylorus, wo sich die Einmündung des Magens in den Darmkanal befindet, ist eine Klappe, die Valvula pylori, vorhanden, durch welche der Rücktritt der Kotmassen aus dem Darme in den Magen meistens verhindert wird, nicht immer, wie das bei pathologischen Zuständen vorkommende Kotbrechen beweist. Die Cardia und der Pylorus stehen meist weit auseinander, bei Pferden dagegen dicht bei einander. Durch diese Einrichtung ist bei letzteren Tieren ein sehr langes Verweilen der Nahrung im Magen und damit eine sehr ausgiebige Durchdringung derselben mit dem Magensafte ermöglicht. Der Fundus ventriculi stellt eine links von der Cardia gelegene blindsackförmige Ausbuchtung dar, die bei manchen Säugern eine sehr bedeutende Gröfse erlangen kann.

Bei manchen Nagetieren (Myodes lemmus, etc.) ist eine Schlundrinne vorhanden, infolge deren dieselben wiederkäuen. Ebenso käuen wieder das Känguruh und das Faultier.

Die Fleischfresser haben einen einfachen Magen, die Pflanzenfresser meist einen kompliziert gebauten. Unter den Wiederkäuern haben Camelus und Lama 3, die übrigen 4 Magenabteilungen. Die Nahrung der Wiederkäuer gelangt zuerst in den Pansen (Rumen) und aus demselben in den funktionell gleichbedeutenden Netzmagen (Reti-

culum). Der Oesophagus setzt sich in Gestalt einer Schlundrinne über den Pansen fort; auf dieser Schlundrinne gleiten die nach dem Erbrechen aus dem Reticulum in die Mundhöhle gelangten und dort wiedergekauten Speisen an dem Netzmagen vorüber in den dritten Magen, Buch oder Psalter (Omasus) genannt. Aus dem dritten kommen die Speisen in den vierten Magen, den Lab- oder Käsemagen (Abomasus). Die Schleimhaut des ersten Magens hat kleine Zotten und Papillen, die des zweiten netzförmige, mit Papillen versehene Erhebungen, im dritten Magen sind die Erhebungen blätterförmig, im vierten hat die Schleimhaut unregelmäfsige Falten. Bei den ganz jungen Kälbern findet sich nur der vierte Magen, die anderen 3 Abteilungen entstehen erst allmählich, wenn das junge Tier von der reinen Milch- zur Pflanzennahrung übergeht.

Mitteldarm. Am Dünndarme der Selachier, Ganoiden und Dipnoër kommt eine Klappe vor, welche infolge ihrer spiraligen Drehung Spiralklappe genannt wird. Sie findet sich bei den Teleostiern nicht mehr vor und fehlt auch allen übrigen Vertebraten.

Die Appendices pyloricae sind blindsackförmige Anhänge des Mitteldarms der Ganoiden und Teleostier, welche hinter dem Pylorus in der Gegend des Gallenganges sitzen; ihre Zahl schwankt zwischen 1 und 191.

Die Amphibien und Amnioten haben im allgemeinen einen stark gewundenen Mitteldarm, der bei Pflanzenfressern stets länger ist, als bei Fleischfressern. Amphibien und Reptilien von schlanker Körperform, wie Gymnophionen und Schlangen, haben dagegen einen nur wenig gebogenen Mitteldarm.

Enddarm. Der Darmkanal der Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel mündet in Gemeinschaft mit den Ausführungsgängen des uropoëtischen Systems in die Kloake; dieses Endstück des Darmes heifst wegen seines geraden Verlaufes Rectum. An seiner ventralen Fläche entsteht die Allantois, die bei den Amphibien zur Harnblase wird. Bei den Reptilien zeigt sich zuerst ein Blinddarm (Coecum), welcher stets an der Einmündungsstelle des Mitteldarms in den Enddarm gelegen ist; derselbe wird bei manchen Vögeln (Rasores, Ratitae, Lamellirostres) länger, als der ganze übrige Darm.

Die Vögel besitzen ein Anhangsgebilde des Darmkanales, das von blasenförmiger Beschaffenheit ist, an der tiefsten Partie der Kloake mündet, seiner Funktion nach aber noch unverständlich ist. Dieses Gebilde heifst die Bursa Fabricii.

Der Enddarm der Säugetiere besitzt mehrere Schlingen (4 beim Menschen: Colon ascendens, transversum, descendens und S romanum); er hat ein bedeutend gröfseres Lumen, als der Mitteldarm und besitzt zahlreiche Ausbuchtungen, die sogenannten Haustra coli. Das Coecum ist bei Pflanzenfressern sehr lang, oft länger als der ganze Körper, bei den übrigen klein und kann auch gelegentlich ganz fehlen. Bei Nagern, vielen Affen und beim Menschen ist ein Teil des Coecum zum Processus vermiformis reduziert.

Die Organe der Mundhöhle werden durch die Zähne, die Zunge und die Mundhöhlendrüsen dargestellt; letztere sollen mit den Anhangsdrüsen des Darmkanales besprochen werden.

Die Zähne. Die Zahnkeime (Zahnpapillen) sind kuppelartige Wucherungen des submukösen Gewebes der Mundschleimhaut und vereinigen sich mit den nach der Tiefe wachsenden Fortsetzungen des Mundepithels, den Schmelzkeimen. Aus dieser Vereinigung gehen die Teile des Zahnes hervor, welche als Zahnschmelz, Zahnbein oder Elfenbeinsubstanz und Cementsubstanz unterschieden werden. Der frei vorstehende Teil des Zahnes heifst Krone, der in der Tiefe wurzelnde Zahnwurzel. An dem basalen Ende der letzteren ist eine Öffnung vorhanden, durch welche die Zahnhöhle oder Zahnpulpa nach aufsen mündet, in der Gefäfse und Nerven gelegen sind.

Die Mammalia erleiden nur einmal in ihrem Leben einen Zahnwechsel, bei welchem das erste Gebifs, Milchgebifs genannt, durch das definitive Gebifs ersetzt wird. Nur die Cetaceen und Edentaten haben keinen Zahnwechsel, keine zweite Dentition. Bei allen übrigen Vertebraten findet, soweit dieselben überhaupt mit Zähnen ausgestattet sind, während der ganzen Lebensdauer ein Zahnwechsel statt.

Bei Fischen und Amphibien finden sich Hautzähne und Mundhöhlenzähne, welche Homologa sind. Bei den Knochenfischen sind die Mundhöhlenknochen,

das Zungenbein und die Kiemenbögen Zahnträger. Bei den Amphibien finden sich die Zähne tief in der Schleimhaut steckend, dieselben stehen gewöhnlich an Oberkiefer, Zwischenkiefer, Unterkiefer, Vomer und Palatinum.

Die Bezahnung der Reptilien zeigt eine höhere Ausbildung, als die der beiden vorigen Klassen. Die Zähne stehen in einer Rinne des Unterkiefers, welche nach der Medianseite hin offen ist und sind hier angewachsen (pleurodonte Reptilien), oder sie stehen am freien, oberen Rande des Kiefers (acrodonte Reptilien) oder drittens sie stecken in Zahnhöhlen, sogenannten Alveolen (thekodonte Reptilien). Das letztere Verhalten zeigen unter den recenten Repräsentanten dieser Klasse die Krokodile, die beiden ersteren Modi finden sich bei den Sauriern. Aufser dem Unterkiefer tragen noch der Oberkiefer und häufig auch die Gaumenknochen Zähne.

Bei den Giftschlangen sind es einzelne Zähne des Oberkiefers, welche als Giftzähne fungieren.

Die recenten Vögel haben keine Zähne.

Bei den Säugern unterscheidet man, wie dies bereits im Systeme angegeben wurde, Dentes incisivi, canini, praemolares und molares. Alle Zähne sind in den Alveolen der Kiefer befestigt und kommen nur hier vor, eine Bezahnung anderer Knochen, welche die Mundhöhle begrenzen, findet sich nicht mehr.

Die Zunge. Während die Fische und die Perennibranchiaten nur eine rudimentäre Zunge besitzen, erreicht dieses Gebilde bei den anderen Vertebraten eine hohe Ausbildung. Bei den Amphibien besitzt sie einen verschiedenen Grad der Beweglichkeit, der bedingt wird durch die verschiedenartige Befestigung in der Mundhöhle. Für gewöhnlich ist sie nur an ihrem vorderen Umfange oder an einem Teile ihrer ventralen Seite angewachsen.

Die Zunge der Reptilien zeigt ebenfalls ein verschiedenartiges Verhalten. Bei den Crocodilinen ist sie in ihrer ganzen Länge angewachsen, bei den Schlangen endet sie in zwei Spitzen und ist ein Tastorgan, beim Chamaeleon wird sie sehr weit herausgeschleudert, gewissermafsen ausgespuckt.

Die Zunge der Vögel besitzt einen hornartigen Uberzug, ist zugespitzt und mit Haken besetzt. Sie fungiert, wie auch

bei den niederen Vertebratenklassen, mehr als Greif-, denn als Geschmacksorgan.

Die Zunge der Säugetiere bietet den höchsten Grad der Ausbildung dar, sie ist fleischig, sehr beweglich und der Hauptsitz der Geschmacksempfindung.

Die Anhangsdrüsen des Darmkanales (Verdauungsdrüsen).

Speicheldrüsen. Die Fische haben keine Speicheldrüsen, welche in der Umgebung der Mundhöhle gelegen wären und in die letztere ihr Sekret entleerten. Unter den Amphibien haben die Perennibranchiaten und die Gymnophionen ebenfalls keine Speicheldrüsen (Mundhöhlendrüsen), die übrigen Gruppen der Klasse besitzen dagegen Drüsen, welche sich in die Mundhöhle öffnen. Die Lage derselben ist bei den Salamandrinen und den Anuren eine differente. Bei den ersteren findet sich die grofse Drüse in dem Septum narium eingeschlossen und heifst Glandula intermaxillaris oder internasalis; sie mündet am Gaumen in die Mundhöhle. Bei den Anuren findet sich die Drüse vor der Nasengegend in der Schnauzenspitze und mündet ebenfalls in den Gaumen. Die Rachendrüse der Anuren, in der Gegend der hinteren Nasenöffnungen gelegen, mündet zum Teil in die Choanen und zum Teil in den Pharynx.

Reptilien. Bei dieser Klasse sind mehrere gesonderte Drüsengruppen vorhanden, welche man als Gaumendrüsen, Zungendrüsen, Unterzungendrüsen und obere und untere Lippendrüsen unterscheidet. Die Giftdrüse der Giftschlangen bildet sich aus der Oberlippendrüse.

Nur die Seeschildkröten und die Crocodilinen haben keine Drüsengruppen.

Bei den Vögeln sind Zungendrüsen vorhanden, welche ihr Sekret am Boden der Mundhöhle entleeren. Die Mundwinkeldrüsen, die sich an den Mundwinkeln öffnen, sind wahrscheinlich mit den Giftdrüsen der Schlangen zu homologisieren. An Gaumendrüsen kommt eine mediane und eine laterale vor.

Die Speicheldrüsen der Säugetiere, die nur bei Cetaceen fehlen, heifsen Glandula sublingualis oder Unterzungendrüse, Glandula submaxillaris oder Unterkieferdrüse und Glandula parotis oder Ohrspeicheldrüse; jede dieser

Drüsen ist paarig vorhanden. Der Ausführungsgang der ersteren heifst Ductus Bartholini, der der zweiten Ductus Whartonianus und der der dritten Ductus Stenonianus.

Die Bauchspeicheldrüse oder das Pancreas, deren Ausführungsgang Ductus Wirsungianus genannt wird, fehlt nur wenigen Fischen (Cyclostomen, manche Teleostier) und einigen Perennibranchiaten (Proteus). Bei den übrigen Fischen, Amphibien und den Reptilien ist sie stets deutlich entwickelt.

Bei den Vögeln und bei den Säugetieren hat das Pancreas eine zweilappige Gestalt und besitzt bei den ersteren 2 Ausführungsgänge, welche neben den Gallengängen münden. Das Organ liegt stets in der Schlinge des Duodenum.

Leber. Bei Branchiostoma (Amphioxus) ist eine eigentliche Leber nicht vorhanden. Es findet sich hier vielmehr eine Einrichtung, die an ein ähnliches Verhältnis bei vielen Wirbellosen erinnert. Die Leberzellen nämlich sind mit den Wandungen des Darmkanales vereinigt oder es ist vielleicht der am Anfange des Darmes sich abzweigende Blindsack als Leber zu deuten.

Bei allen übrigen Wirbeltieren ist stets eine Leber vorhanden, an der zugleich meistens die Gallenblase (Cystis fellea) sitzt.

Die Leber der Fische, welche stets sehr fettreich ist, findet sich im vorderen Teile der Peritonealhöhle und hat eine sehr verschiedenartige Gestalt. Sie ist entweder einheitlich, so bei Esox, Salmo, oder erscheint von 2 Lappen, so bei Cobitis, Perca, oder von 3 Lappen gebildet, so bei Gasterosteus, den Cyprinen. Die Gallengänge münden in den Ductus cysticus oder in die Gallenblase; der Ductus choledochus mündet meistens dicht hinter dem Pylorus in den Darmkanal. Die Gallenblase fehlt mehreren Fischen (Scomber und Labrus).

Bei den Amphibien und Reptilien hat die Leber stets sich der Gestalt des Tieres in ihrer Form angepafst.

Die Vögel besitzen eine meist zweilappige Leber, die Gallenblase fehlt vielfach, so bei den Tauben und den Papageien. In den meisten Fällen münden der eigentliche Ausführungsgang der Leber, Ductus hepaticus, und der Ductus cysticus, der Ausführungsgang der Gallenblase, in welch letztere die Galle durch ein oder zwei Ductus hepato-

cystici aus der Leber übergeführt wird, getrennt von einander in den Darm; ein Ductus choledochus ist nur selten vorhanden.

Säugetiere. Die Leber, deren Lappenzahl wechselt, entbehrt einer Gallenblase bei manchen Ruminantien (Hirsch, Kamel), bei dem Pferde und den Pachydermen. Es ist ein Ductus hepaticus, ein D. cysticus und ein D. choledochus vorhanden. Der letztere durchsetzt schräg die Wandung des Darmes, eine Thatsache, welche von hervorragender physiologischer Bedeutung ist.

Anhang zum Ernährungssysteme.

Es seien noch 2 Organe besprochen, die, am Anfangsteile des Darmtractus gelegen, mit dem Verdauungsakte in gar keiner Beziehung stehen: das sind die Thymusdrüse (Glandula thymus) und die Schilddrüse (Glandula thyreoidea). Während die erstere wahrscheinlich eine Lymfdrüse ist, hat die letztere, wie neuere Experimente evident dargethan haben, gar keine Funktion, da das Organ ohne irgend welche Schädigung für den Tierkörper (unter geeigneten Kautelen) entfernt werden kann.

Die Thymusdrüse, welche sich von der Schleimhaut des Vorderdarmes aus bildet, wird bei Säugetieren nach der Geburt allmählich resorbiert; ihre Persistenz beim Menschen kann zu bedenklichen pathologischen Zufällen Veranlassung geben (Asthma thymicum). Bei den übrigen Vertebraten bleibt sie aber erhalten und findet sich an der vorderen oder seitlichen Gegend des Halses.

Die Thyreoidea, welche sich als Ausbuchtung an der ventralen Wand des Vorderdarmes anlegt, bleibt mit dieser Darmpartie in dauernder Verbindung bei Ammocoetes, während sie bei den übrigen Wirbeltieren sich vollständig von derselben abschnürt.

Cirkulations- und Atmungssystem.

Das Kreislaufssystem der Vertebraten besteht aus einem Centralapparate, dem Herzen, den peripheren Organen, den Gefäfsen, und einer in beiden kreisenden Flüssigkeit, dem Blute und der Lymfe.

Das System ist stets ein geschlossenes; das Blut geht aus den Arterien durch Vermittelung von Capillaren in

die Venen über. Man unterscheidet einen doppelten Kreislauf des Blutes, den grofsen oder Körperkreislauf und den kleinen oder Lungenkreislauf bez. Kiemenkreislauf.

Das Herz, das eine besonders differenzierte Abteilung des Gefäfsapparates darstellt, ist von dem Pericardium oder Herzbeutel umhüllt und besteht allgemein aus 2 Hauptabschnitten, dem Atrium oder Vorhofe (Vorkammer) und dem Ventrikel oder der Kammer. Ersteres besitzt häufig einen Sinus venosus, letzterer einen Conus arteriosus und einen Bulbus arteriosus. Zwischen den beiden Hauptabschnitten des Herzens ist ein Klappenapparat ausgespannt, der das Regurgitieren des Blutes von der Kammer nach der Vorkammer verhindert.

Durch eine weitere Differenzierung, die pari passu geht mit dem Auftreten der Lungenatmung, zerfällt jeder Hauptabschnitt wiederum in 2 Teile, so dafs nunmehr eine rechte und eine linke Vorkammer und eine rechte und eine linke Kammer vorhanden sind. Die beiden rechts gelegenen Abteilungen bezeichnet man als rechtes Herz, das bei den höheren Vertebraten nur venöses Blut führt, die beiden links gelegenen bilden das linke Herz, welches bei den höheren Vertebraten nur arterielles Blut enthält.

Die Arterien gehen bei den höheren Wirbeltieren von der Kammer aus, und zwar enthält die links entspringende grofse Körperarterie (Aorta) arterielles, die rechts entspringende Lungenarterie (Arteria pulmonalis) venöses Blut. Die Venen münden in die Vorkammern und es enthalten bei Vögeln und Säugern die in das linke Atrium sich öffnenden Lungenvenen (Venae pulmonales) arterielles, die in das rechte Atrium mündenden Körpervenen (Venae cavae) venöses Blut.

Im einzelnen ist über das Cirkulationssystem folgendes auszuführen.

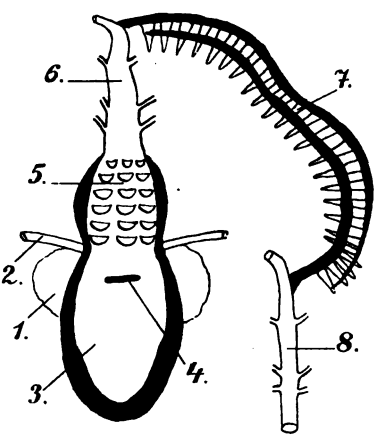
Beim Amphioxus ist ein deutlich abgesetztes Herz nicht vorhanden, die Gefäfse sind vielmehr alle kontraktil und dadurch ist ein Verhältnis geschaffen, welches an den Cirkulationsapparat der Anneliden lebhaft erinnert. Unter den Kiemen ist ein gröfserer Gefäfsstamm gelegen, welcher dem Kiemenherzen der Fische gleich zu setzen ist. Das Blut gelangt in denselben aus dem Hohlvenenstamme und wird aus ihm durch zahlreiche kleine Anschwellungen (Bulbilli)

in die an Zahl etwa 25 bis 30 betragenden Kiemenarterien getrieben. Aus den Kiemen tritt das Blut in eine über dem Kiemenkorbe gelegene Körperaorta; zu dem Korbe führen aufserdem von vorn 2 Aortenbögen aus der unteren Röhre. Auf der Bauchseite des Darmkanales liegt das mit dem ventralen Längsstamme zusammenhängende Pfortadersystem.

Bei den Cyclostomen und den Fischen ist das Herz gut ausgebildet. Dasselbe ist weit vorn in der Leibeshöhle gelegen und besteht aus einer Kammer und einer Vorkammer, von denen die erstere eine stärkere muskulöse Wandung besitzt, als die letztere. Die Vorkammer (Atrium) trägt seitlich die Auriculae cordis oder Herzohren und geht nach vorn in den Sinus venosus über. Zwischen Atrium und Ventrikel, im sogenannten Ostium atrioventriculare, finden sich zwei und mehr Klappen. Der Ventrikel geht über in den Conus arteriosus, welch letzterer bei Selachiern und Ganoiden sehr viele Klappen besitzt, die in mehreren Reihen angeordnet sind. Die Teleostier besitzen an der gleichen Stelle nur eine Reihe von Klappen, welche der vordersten Reihe der bei Selachiern sich findenden homolog ist. Der Conus arteriosus der Teleostier geht in den Bulbus arteriosus über, welcher keinen Klappenapparat besitzt.

Das Herz sämtlicher Fische ist ein Venenherz, d. h. es enthält nur venöses Blut. Dieses gelangt aus dem Conus arteriosus durch die Kiemenarterien in die Kiemen, wird hier arterialisiert und geht durch die Capillaren in die Kiemenvenen, welche arterielles Blut enthalten. Aus den Kiemenvenen entstehen die Wurzeln der Aorta und

Fig. 83.



Schema des Fischherzens; nach O. Schmidt.

1 = Atrium; 2 = Ductus Botalli; 3 = Ventrikel; 4 = Ostium atrioventriculare; 5 = Conus arteriosus; 6 = Kiemenarterie; 7 = Kieme; 8 = Aorta.

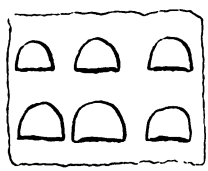
diese selber. Das im Körper venös gewordene Blut wird durch die beiden Cardinalvenen, die obere und die untere, in die Vorkammer übergeführt.

Bei den Dipnoërn offenbart das Herz eine höhere Stufe der Ausbildung, die eine Folge ist der hier neben der Kiemenatmung vorhandenen Lungenatmung. Der Vorhof, der Ventrikel zum Teil und der Conus arteriosus werden bei Ceratodus durch ein Septum in zwei Teile zerlegt. Die rechte Abteilung der 3 Herzabschnitte hat venöses Blut, die linke gemischtes, nämlich Körpervenenblut und Lungenvenenblut. Bei Protopterus sind die Klappen rückgebildet, die Teilung des Conus arteriosus aber deutlicher, als bei Ceratodus.

Bei Amphibien treffen wir folgende Situation hinsichtlich des Herzens.

Bei den Gymnophionen liegt dasselbe sehr weit hinten, bei den übrigen dagegen vorn im Thorax. Der Vorhof wird durch ein Septum in einen rechten und linken Abschnitt zerlegt und ist gegen den stets einfachen Ventrikel durch 2 Klappen abgegrenzt. Das Blut, das aus dem Ventrikel in den Körper gelangt, ist also gemischt, d. h. weder rein arteriell, noch rein venös. Nach vorn geht die Herzkammer in einen Conus arteriosus und darauf in einen Truncus arteriosus über. In dem ersteren findet sich eine Spiralfalte, welche bei den Anuren weit nach hinten sich erstreckt, so dafs sowohl Conus wie Truncus eine Zweiteilung erkennen lassen, infolge deren der eine Abschnitt nur venöses, der andere gemischtes Blut führt.

Fig. 84.



Klappen im Conus arteriosus von Ichthyophis; nach Sarasin.

Reptilien. Das anfänglich ziemlich vorn gelegene Herz rückt allmählich tief in die Brusthöhle hinein, und dies gilt nicht nur für die Reptilien, sondern für die Amnioten überhaupt. Der Ventrikel wird, wie das Atrium, durch ein longitudinales Septum in 2 Abteilungen zerlegt. Dieses Ventrikelseptum ist unvollkommen bei Sauriern, Ophidiern und Schildkröten, vollkommen dagegen bei den Crocodilinen. Bei den letzteren ist nur noch eine kleine Öffnung zwischen beiden Ventrikelhälften vorhanden, das sogenannte Foramen Panizzae. Die Aorta wird von einem rechten

und einem linken Arcus Aortae (Radix Aortae) gebildet, ein besonderer Gefäfsbogen ist die Arteria pulmonalis. Der linke Aortenbogen und die Lungenarterie erhalten das Blut aus dem rechten Ventrikel; dasselbe ist venös bei vollkommenem Septum, also bei den Crocodilinen, gemischt bei den übrigen Reptilien.

Der Klappenapparat des Herzens besteht nur aus einer Reihe von Klappen sowohl am Ostium atrioventriculare, als auch am Abgange der grofsen Gefäfsstämme.

Die beiden höchsten Wirbeltierklassen, die Vögel und Säugetiere, haben eine vollkommene Trennung der beiden Herzhälften, rechtes und linkes Herz mischen nach der Geburt nie die in ihnen enthaltenen Blutarten.

Das venöse Blut gelangt bei beiden Klassen in das rechte Atrium durch die Vena cava superior und inferior aus dem Körper und durch die Venae coronariae aus dem Herzfleische. Das rechte Ostium atrio-ventriculare hat bei Säugetieren die dreizipflige Klappe, Valvula tricuspidalis. Aus dem rechten Ventrikel geht das venöse Blut durch die Arteria pulmonalis, welche an ihrem Ursprunge 3 Valvulae semilunares besitzt, in die Lungen. Das hier decarbonisierte Blut wird durch die Venae pulmonales in's linke Atrium geführt, welches gegen den linken Ventrikel durch die Valvula bicuspidalis oder mitralis abgegrenzt ist. Aus dem Ventrikel gelangt das Blut in die Aorta, die, ganz wie die Pulmonalis, an ihrem Anfange 3 Valvulae semilunares hat. Das linke Herz unterscheidet sich durch seine kräftigere Muskulatur von dem hierin schwächeren rechten Herzen.

Arterielles Gefäfssystem. Der Hauptstamm dieses Systems ist die der ventralen Fläche der Wirbelsäule anliegende Aorta. Bei den Fischen wird die letztere, wie oben angegeben, durch die Vereinigung der Kiemenvenen gebildet. Mit dem Auftreten der Luftatmung geht eine Rückbildung der Kiemen und ihrer Gefäfse einher, während gleichzeitig die Verbindungszweige zwischen Kiemenarterien und Kiemenvenen stärker werden und dadurch neue Gefäfse entstehen. Die vorderen derselben bilden die Gefäfse für Kopf und Hals, die hinteren die Aorta descendens. Die Lungenarterien werden gleichfalls von diesen Gefäfsen (Gefäfsbögen) gebildet, die Verbindung derselben mit der Aorta ist

der Ductus arteriosus Rotalli. Bei den höheren Vertebraten ist eine Verbindung zwischen Arteria pulmonalis und Aorta nicht mehr vorhanden.

Aufser der Aorta sind noch andere die Wirbelsäule begleitende Arteriensysteme vorhanden, die zu gleicher Zeit vorkommen oder einander ersetzen können. Die Systeme sind die folgenden:

Arteria subvertebralis. Dieses unpaare Gefäfs ist die Aorta descendens. Zu ihm gehören bei Schlangen die unpaare Arteria vertebralis, bei Myxinoiden die Arterialis vertebralis media capitis. Das Endstück heifst Arteria caudalis oder, wenn kein Schwanz mehr vorhanden ist (Anthropoiden, Mensch), Arteria sacralis media.

Ein anderes System ist das der Arteriae subvertebrales laterales. Es liegt ventral der Wirbelsäule, unter und vor den Rippenköpfchen. Dazu gehören die subvertebral gelegenen Stämme der Kopfarterien bei den Fischen, die tiefe Nackenarterie, seitliche Kreuzbeinarterie, Art. iliolumbalis und intercostalis prima der Säuger und des Menschen.

Die Arteriae vertebrales transversales, über den Rippenköpfen gelegen, enthalten die Wirbelarterie aller Säuger incl. Mensch, der Vögel und der Crocodilinen, sowie beide Art. intercostales communes bei Vögeln und Cheloniern.

Durch die Foramina intervertebralia treten die vorderen und hinteren Spinalarterien zum Rückenmarke.

Ferner bilden besondere Systeme die epigastrischen und die intercostalen Arterien.

Venöses Gefäfssystem. Im Embryo sind 2 Paar Venenstämme vorhanden, die als vordere Cardinalvenen oder Iugularvenen und als hintere Cardinalvenen unterschieden werden. Die beiden Stämme jeder Seite münden in die queren Ductus Cuvieri, letztere vereinigen sich und gehen in die z. Z. noch einfache Vorkammer. Bei vielen Teleostiern hängt allein die rechte hintere Cardinalvene mit der Schwanzvene zusammen. Die hinteren Cardinalvenen der Fische bilden einen unpaaren Venenstamm, der sich mit der linken vorderen Cardinalvene zu einem Sinus venosus vereinigt, in den dann die rechte Cardinalvene mündet.

Die hinteren Cardinalvenen der Schlangen haben sich von den Ductus Cuvieri getrennt und reduzieren sich zu den Venae renales advehentes. Bei Vögeln gehen diese Venenreste in die Venae iliacae über. Bei den Säugetieren senken sich die Venae caudales in die Venae hypogastricae ein. Die vorderen Abschnitte der hinteren Cardinalvenen bilden bei dieser Klasse das obere Ende der Vena azygos und hemiazygos.

Die Cuvier'schen Gänge münden in den rechten Vorhof und bilden bei Amphibien, Vögeln und unter den Säugetieren bei der Fledermaus, Ratte, Kaninchen die beiden oberen Hohlvenen. Bei den anderen Säugern entsteht eine Verbindung zwischen den Iugularvenen; ein Teil der linken Iugularvene, welcher zwischen der Verbindung und dem Ductus Cuvieri gelegen ist, schwindet, nur der rechte Cuvier'sche Gang bildet die vordere Hohlvene, der linke wird zu dem vorderen Ende der Vena hemiazygos.

Man unterscheidet folgende Venensysteme:

Die paarigen Subvertebralvenen, die Venae vertebrales transversales und die Vena subvertebralis media. Zum Systeme der letzteren Vene, der hinteren Vena cava, gehört das System der Pfortader (Vena portarum).

Die Wundernetzbildung. Wundernetze nennt man den plötzlichen Zerfall arterieller oder venöser Gefäfse in zahlreiche feine Zweige, welche unter einander anastomosieren und sich in Capillaren auflösen (Rete unipolare) oder nach der Auflösung sich von neuem zu einem gröfseren Gefäfse vereinigen (Rete bipolare). Gehen in das Wundernetz nur Arterien oder nur Venen ein, so spricht man von einem Rete mirabile simplex, sind beiderlei Gefäfsarten an der Bildung desselben beteiligt, so spricht man von einem Rete mirabile duplex. Wundernetze finden sich hauptsächlich an folgenden Stellen:

In den Pseudobranchien oder Nebenkiemen der Fische, welche bei Plagiostomen am oberen Rande des Spritzloches angewachsen sind, bei Teleostiern im vorderen oder oberen Teile der Kiemenhöhle liegen, findet sich ein Rete mirabile bipolare simplex.

Die Chorioidealdrüse der Fische, die nur den Accipenserinen und Plagiostomen fehlt, bei den

übrigen in innigem Konnexe mit der Pseudobranchie steht — fehlt letztere, so fehlt auch die Chorioidealdrüse —, ist eine Wundernetzbildung.

Ferner finden sich in dem Verbreitungsbezirke der Carotis interna, in der Schwimmblase, im Verlaufe der Intercostalarterien, an den Extremitäten und im Schwanze vieler Säuger und in den Nieren ausgedehnte Wundernetzbildungen.

Das System der Lymfgefäfse. Bei Fischen, Amphibien und Reptilien finden sich aufser den Lymfgefäfsen, welche im Bereiche der grofsen Blutgefäfse liegen, selbständige Lymfgefäfse. Die Plagiostomen haben sehr zahlreiche Lymfherzen, welche mit Venen in Verbindung stehen. Lymfherzen in geringerer Zahl kommen bei Amphibien, Reptilien und Vögeln vor. Bei Fröschen ist aufser dem zwischen Becken und Steifsbein gelegenen Lymfherzenpaar — das ist die gewöhnliche Lage — noch ein vorderes Paar vorhanden, das zwischen den Processus transversi des dritten und vierten Wirbels gelegen ist.

Die Haut der anuren Amphibien liegt dem Körper nur lose an, der Zwischenraum ist ein grofser Lymfsack, der mit den Lymfsäcken der Bauchhöhle kommuniziert.

Bei Fischen und Amphibien ist ein subvertebraler Lymfraum vorhanden, welcher die Aorta umgiebt und mit dem mesenterialen Lymfraume kommuniziert.

Bei den Vögeln und den Säugetieren ist ein praevertebrales Lymfgefäfs vorhanden, der Ductus thoracicus. In der Lumbalregion entsteht derselbe in der sogenannten Cisterna chyli und sammelt die Lymfe aus den hinteren Extremitäten, dem Becken, dem uro-poëtischen Systeme und dem Darmkanale. Er mündet in die linke Vena brachiocephalica bei Säugern, bei Vögeln auch noch in die rechte. Die von den vorderen (oberen) Körperpartieen kommenden Lymfgefäfse münden in die gleiche Vene.

Die Lymfgefäfse bei Vögeln und Säugetieren haben, wie die Venen, Klappen.

Die morphotischen Elemente der Lymfe stammen zunächst aus den solitären Follikeln und den Peyerschen Haufen der Darmschleimhaut. Beteiligt bei der Lymfbildung sind ferner die Tonsillen (Mandeln), welche nur bei den Säugetieren anzutreffen sind, das lymfoide

Gewebe im Coelom der Fische und Amphibien, der Fettkörper der Amphibien und Reptilien und vielleicht die Winterschlafdrüse, welche einzelne Nagetiere besitzen.

Bei Vögeln und Säugern sind die Hauptbildungsstätten der morphotischen Lymfbestandteile die Lymfdrüsen und die Milz und vielleicht auch das Knochenmark.

Die im Gefäfssysteme der Vertebraten kreisende Flüssigkeit zeigt folgende Eigentümlichkeiten:

Sie besteht allenthalben aus dem Plasma und den geformten Körperchen. Das erstere ist stets farblos, die letzteren erscheinen in zweierlei Gestalt, als rote Blutkörperchen und als farblose Blutkörperchen (Leukocyten). Im Blute des Amphioxus, das stets farblos ist, und in der Lymfe aller Wirbeltiere findet sich nur die letztere Art. Das Blut aller Wirbeltiere, mit Ausnahme des Amphioxus, ist gefärbt, die Farbe ist geknüpft an die für die Respiration aufserordentlich wichtigen roten Blutkörperchen, welche bei den Säugetieren kernlos, bei allen übrigen Klassen kernhaltig sind.

Das Respirationssystem. Die Atmungsorgane der Vertebraten, welche entwicklungsgeschichtlich in inniger Beziehung zum Vorderdarme stehen, werden durch die Kiemen und die Lungen repräsentiert. Die Kiemenatmung, welche den Aufenthalt im Wasser voraussetzt, findet sich dauernd bei Acraniern, Cyclostomen, Fischen und den Perennibranchiaten. Bei den Amphibien ist sie nur während des larvalen Lebens vorhanden; die ausgebildeten Tiere, mit Ausnahme der oben erwähnten Gruppe, atmen durch Lungen. Die Lungenatmung findet sich bei allen Amnioten, die niemals zu irgend einer Periode ihres Lebens funktionierende Kiemen besitzen. Die Dipnoër haben gleichzeitig Kiemen- und Lungenatmung.

Wir betrachten zunächst die Kiemen.

Der Anlage nach sind die Kiemen paarige Ausstülpungen des Darmkanales, die erst sekundär durch eine Einsenkung und damit erfolgende Durchbrechung des Ectoderm mit der Umgebung in Kommunikation treten.

Die Kiemenhöhle der Acranier ist gegen die Mundhöhle durch das Langerhans'sche Velum abgegrenzt. Die in sehr grofser Zahl vorhandenen Kiemenspalten haben elastische, stützende Stäbe, welche dorsal und ventral je durch

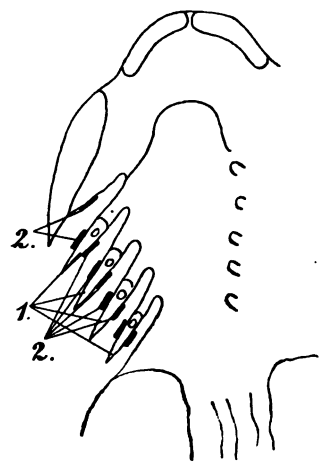
ein Längsband, die sogenannte Hyperbranchialrinne und Hypobranchialrinne, vereinigt werden. Die Kiemenspalten sind beim ausgebildeten Tiere seitlich durch eine Hautfalte überlagert, die festgewachsen ist. So entsteht ein Peribranchialraum, aus dem das Atemwasser nach hinten zum Porus abdominalis geführt wird, wo es ausgestofsen wird.

Bei den Cyclostomen finden wir folgende Situation.

Der Oesophagus von Ammocoetes bildet die direkte Kontinuation der Kiemenhöhle, welch letztere an ihrem vorderen Ende ein durch eine Schleimhautduplikatur gebildetes Velum enthält. Die Kiemenhöhle beherbergt 7 Kiemenöffnungen, deren Septa mit den Kiemenblättchen besetzt und mit der Leibeswand verwachsen sind.

Bei Petromyzon kommt es zu einer Trennung von Kiemenraum und Oesophagus, indem der erstere gegen den letzteren blindsackartig abgeschlossen ist. Der Kiemenraum liegt ventralwärts, der Oesophagus dorsalwärts. Die Kiemen der Petromyzonten münden durch 7 Öffnungen nach aufsen, welche in einer Reihe hinter einander gelegen sind.

Fig. 85.



Schema des Kiemenapparates eines Selachiers; nach Gegenbaur (vereinfacht).
1 = Septa der Kiementaschen; 2 = Kiemen.

Der Kiemenapparat der Myxinoiden unterscheidet sich dadurch von dem der Petromyzonten, dafs die äufseren Kiemenöffnungen in lange Röhren sich verlängert haben, die in einem gemeinsamen Gange nach aufsen führen.

Fische. Die Kiemen sitzen bei den Fischen auf den konvexen Wölbungen der Kiemenbögen in Form von Blättern auf, welche kammförmig angeordnet sind. Die Kiementaschen werden durch Septa von einander getrennt, und auf den letzteren finden sich die Kiemen zu beiden Seiten, d. h. vorn und hinten.

Die Kiementaschen oder Kiemensäcke der Plagiostomen münden getrennt von einander; meistens sind 5 vorhanden, bei Hexanchus 6, bei Heptanchus 7. Die Bildung der Säcke geschieht dadurch, daſs häutige Diaphragmen von den Kiemenbögen zur äuſseren Haut ziehen. Die am Hyoidbogen befestigte Kieme besitzt nur eine Reihe von Blättchen.

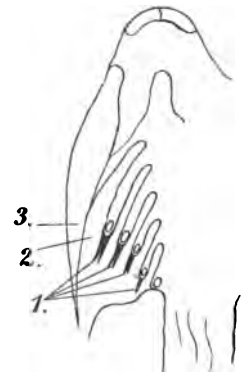
Ganoiden und Teleostier unterscheiden sich von den Selachiern dadurch, daſs sie keine gesonderten Kiementaschen mehr besitzen. Es liegen daher die Kiemen in einer gemeinsamen Höhle, welche durch den Kiemendeckel (Operculararapparat) und die Branchiostegalmembran bedeckt ist; die Öffnung der Kiemenhöhle ist demgemäſs eine einfache und findet sich am Kopfe da, wo derselbe in den Rumpf übergeht.

Die Ganoiden sämtlich und die Teleostier zum gröſsten Teile haben nur vier mit Kiemen besetzte Visceralbögen, der fünfte Bogen ist dagegen nicht mehr mit Kiemenblättern besetzt.

Eine rudimentäre Kieme, die sogenannte Spritzlochkieme oder Pseudobranchie, findet sich bei Ganoiden und manchen Teleostiern; sie hat keine respiratorische Funktion mehr.

Bei den Dipnoërn treffen wir sowohl Kiemen- als auch Lungenatmung. Dabei kommen (Protopterus) auſser den inneren Kiemen, die auf den Visceralbögen anfsitzen, äuſsere Kiemen an der oberen Grenze der Schulter vor. Solch äuſsere Kiemen, deren Vorhandensein offenbar als ein sehr altes Verhalten zu betrachten ist, finden sich bei den Embryonen von Selachiern, Polypterus und Cobitis.

Fig. 86.



Schema des Kiemenapparates eines Teleostiers; nach Gegenbaur (vereinfacht).

1 = Kiemen; 2 = Kiemenhöhle; 3 = Operculararapparat.

Amphibien. Die Larven der Urodelen und die Perennibranchiaten haben 3 Kiemenbüschel, welche über die Haut hervorstehen und seitlich am Halse gelegen sind. Siredon und die Larven der Salamandrinen

haben 4, Menobranchus und Proteus 2 innere den Schlund durchsetzende Kiemenspalten.

Die Larven der Anuren haben innere Kiemen, die anfangs vorhandenen äufseren schwinden schon frühzeitig.

Schwimmblase und Lungen. Beide Organe sind homologe Gebilde, da sie sich als Ausstülpungen des Vorderdarmes anlegen; ihrer Funktion nach aber sind sie vollkommen different.

Zuerst findet sich eine deutliche Schwimmblase bei den Ganoiden und den Teleostiern, während sie bei Selachiern nur in rudimentärer Form an der oberen Wand des Schlundes und mit diesem kommunizierend erscheint.

Bei den Ganoiden ist eine Verbindung, der sogenannte Luftgang, zwischen Vorderdarm und Schwimmblase stets vorhanden, während bei den Teleostiern eine solche Verbindung nur die Physostomen besitzen, wogegen bei den anderen Ordnungen die Schwimmblase von der Kommunikation mit dem Vorderdarme abgeschlossen ist (Physoklisten). Die Luft wird in der Schwimmblase durch das Epithel der Wand erzeugt und bei den Physostomen durch den Ductus pneumaticus (Luftgang) wieder ausgestofsen; der Gang dient also nicht zum Eintritte der Luft.

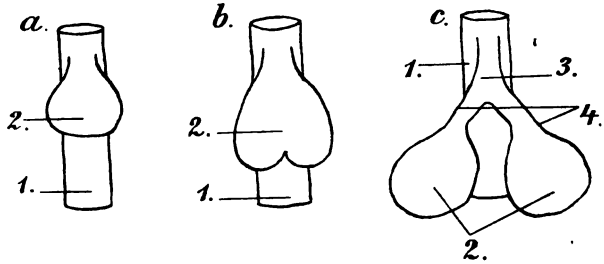
Die Lage der Schwimmblase, deren Form eine aufserordentliche Mannigfaltigkeit bei den einzelnen Gruppen darbietet, ist stets zwischen Wirbelsäule und Darmkanal, aufserhalb des Bauchfelles; sie ist häufig unpaar, manchmal paarig vorhanden und hat gelegentlich dieselbe Länge wie die Leibeshöhle. Sie besteht aus zwei Häuten, einer äufseren fibrösen, elastischen, mit Muskelfasern versehenen und aus einer inneren Schleimhaut, welche entweder glatt oder durch vorspringende Balken uneben ist.

Bezüglich der Entwicklung der Lungen am Vorderdarme sei kurz das Nachstehende angeführt.

An der ventralen Fläche des Vorderdarmes hinter den Kiemenbögen bildet sich eine hohle Ausstülpung der Wand, die allmählich heranwächst, wobei die Kommunikation mit dem Lumen des Vorderdarmes erhalten bleibt. An der ventralen Wand dieser Ausstülpung tritt dann eine mediane Furche auf, die anfänglich seicht ist, später tiefer geht und schliefslich eine Zweiteilung der ursprünglich unpaaren Ausstülpung bedingt. Zu gleicher Zeit verlängert sich die Ver-

bindung der Ausstülpung mit dem Darmrohre und wird zu einem in die beiden Hälften des ersteren übergehenden Rohre. Die Ausstülpung bez. die durch die Einschnürung entstandenen beiden hohlen Ausstülpungen sind die Anlagen der Lungen

Fig. 87.



Schema der Lungenentwicklung; nach Wiedersheim.
1 = Darmrohr; 2 = Lungenbläschen; 3 = Trachea; 4 = Bronchien.

das verbindende Rohr ist die Anlage der Trachea und die Teilungsprodukte derselben bei dem Übergange in die Lungenanlagen die beiden Bronchien. Am Anfange der Trachea entstehen in späteren Stadien aus den in der Wandung derselben vorhandenen Knorpelringen die knorpligen Elemente des Kehlkopfes oder Larynx.

Die weitere Differenzierung ist in den Lehrbüchern der Entwicklungsgeschichte nachzulesen.

Wir haben also am Atmungsapparate der höheren Vertebraten zwei Hauptabteilungen zu unterscheiden, die Lungen und die Luftwege, von denen zunächst die letzteren, dann die ersteren besprochen werden sollen.

Die Luftwege. Die Dipnoër, welche den phyletisch ältesten Zustand repräsentieren, besitzen an den Luftwegen keinerlei knorplige Bestandteile.

Die urodelen Amphibien haben einige Knorpel und aufserdem zwei Muskeln am Kehlkopfe, die antagonistisch (erweiternd und verengernd) wirken. Die anuren Amphibien besitzen im Kehlkopfe Stimmbänder, d. h. elastische, schwingende Bänder, welche die Stimme erzeugen, die bei den Männchen einiger Formen durch paarige Schallblasen (Rana) oder eine unpaare Schallblase (Hyla) verstärkt

wird. Am Kehlkopfe der Frösche unterscheidet man mehrere Knorpel, welche als Cartilago arytaenoidea (kurz: Aryknorpel genannt) und Cartilago cricoidea unterschieden werden. An die Knorpel setzen sich mehrere Muskeln an.

Weder die Urodelen noch die Anuren haben eine deutliche Trachea, dagegen ist eine solche bei den Gymnophionen vorhanden.

Reptilien. Wie bei den Anuren, so ist auch bei den Reptilien der Kehlkopf von 3 Knorpeln gebildet, nämlich der unpaaren Cartilago cricoidea und der paarigen Cartilago arytaenoidea. Die Muskulatur zeigt eine geringere Entwicklung als die der Batrachier.

Die Trachea ist besser ausgebildet als bei den Amphibien und enthält knorplige Bestandteile.

Vögel. Bei dieser Vertebratenklasse treffen wir zwei Kehlköpfe, einen oberen und einen unteren. Nur der obere Kehlkopf ist ein Homologon des Kehlkopfes der übrigen Vertebraten, während der untere eine den Vögeln speziell zukommende Neuerwerbung darstellt; die Stimme kann nur durch den unteren Kehlkopf hervorgebracht werden, während der obere zur Tonbildung nicht mehr geeignet ist.

Am oberen Kehlkopfe finden wir eine dem Cricoidknorpel vergleichbare verknöcherte oder verkalkte Platte, welche nach hinten zu mit 2 die hintere Wand des Kehlkopfes bildenden Stücken zusammenhängt. Die Aryknorpel sind mit den hinteren Enden des Cricoidknorpels (Ringknorpels) verwachsen.

Die Muskulatur dieses Kehlkopfes zeigt ebenfalls Erscheinungen der Rückbildung, wie das Knorpelgerüst.

Der untere Kehlkopf, Syrinx, findet sich meistens an der Bifurcation der Trachea, seltener liegt er in den Bronchien oder am hinteren Ende der Trachea. Ist der Kehlkopf an der Bifurcation vorhanden, so nennt man ihn Syrinx broncho-trachealis. Man unterscheidet an ihm die Trommel, welche durch die Vereinigung meist der 3 letzten Knorpelringe der Luftröhre zustande kommt. In den Raum der Trommel ragt als Steg median ein verkalkter Knorpel hinein. Wie die 3 letzten Trachealknorpel so sind die 3 ersten Bronchialknorpel vereinigt und zur Bildung des unteren Kehlkopfes einbezogen. Sie stofsen dorsal nicht unmittelbar aufeinander, hier findet sich vielmehr eine Haut, welche am

Stege befestigt ist und sowohl in die Bronchien wie auch in die Trommel, deren Boden sie bildet, hineinragt. Diese Haut heifst Membrana tympaniformis interna und ist bei der Stimmbildung infolge ihrer Schwingungsfähigkeit beteiligt. Die Membrana tympaniformis externa, die ebenfalls zur Stimmbildung benutzt wird, findet sich zwischen dem zweiten und dritten der zum unteren Kehlkopfe verwandten Bronchialringe ausgespannt.

Bei männlichen Enten und auch bei anderen Wasservögeln bildet die Trommel durch ihre aufserordentlich starke Entwicklung eine Knochenblase, welche den Schall verstärkt.

Entsprechend der hohen Differenzierung der knorpligen und membranösen Bestandteile des unteren Kehlkopfes zeigt auch die Muskulatur eine aufserordentliche Ausbildung.

Die Trachea besitzt, konform der variablen Länge des Halses, eine sehr wechselnde Länge; sie ist bei manchen Vögeln (Schwan, Kranich) gewunden und in der Crista sterni gelegen, bei anderen (manchen Staren) ist sie spiralig aufgewunden und findet sich zwischen Haut und Brustmuskeln.

Säugetiere. Bei dieser Klasse der Wirbeltiere findet sich ein allen übrigen Klassen fehlender Kehldeckel (Epiglottis) am Eingange zum Larynx. Der knorplige Apparat des Kehlkopfes besteht aus folgenden Teilen: aus einer unpaaren, ursprünglich paarig angelegten Cartilago thyreoidea (Schildknorpel) (der paarige Zustand persistiert bei den Monotremen); ferner besteht der Knorpelapparat aus einer unpaaren Cartilago cricoidea, aus den beiden Cartilagines arytaenoideae, an deren Spitzen die Cartilagines Santorinianae gelegen sind. Zwischen den Blättern der die Aryknorpel (Giefsbeckenknorpel) mit der Epiglottis verbindenden Falten der Schleimhaut liegen die beiden kleinen Cartilagines Wrisbergii, welch letztere bei Phocaena und beim Hunde ziemlich stark ausgebildet sind.

Beim Menschen unterscheidet man 2 Paar über einander liegender elastischer Stimmbänder, die im Innern des Kehlkopfes sich finden und zwischen den Innenflächen des Schildknorpels und der Aryknorpel ausgespannt sind. Das obere Paar, die falschen Stimmbänder (Ligamenta glottidis

spuria), hat mit der Stimmbildung nichts zu thun; das untere Paar sind die wahren Stimmbänder (Ligamenta glottidis vera), dieselben inserieren sich an den Processus vocales der Aryknorpel. Zwischen den wahren Stimmbändern findet sich die Stimmritze (Glottis vera). Zwischen beiden Stimmbandpaaren ist auf jeder Seite eine Schleimhauttasche, der sogenannte Ventriculus Morgagni vorhanden.

Die Cetaceen haben überhaupt keine Stimmbänder.

Bei Affen bilden die Ventriculi Morgagni oft weit bis zur Brust herabreichende Säcke. Beim Schimpanse sind 3 Ventriculi vorhanden, von denen der dritte, median gelegene bis zum Körper des Zungenbeins nach oben reicht und nichts anderes ist, als eine Ausstülpung des linken Ventriculus Morgagni.

Bei den Bartenwalen ist zwischen den Aryknorpeln ein Sack vorhanden, welcher bei den Zahnwalen fehlt, während diese dafür eine paarige Ausstülpung der Schleimhaut des Kehlkopfes besitzen.

Die Ligamenta glottidis spuria sind nicht überall vorhanden.

Der Kehlkopf der Säuger ist also sehr hoch differenziert; dem entsprechend finden sich auch zahlreiche Kehlkopfmuskeln, welche die Glottis erweitern und verengern.

Die Lungen. Bei den Dipnoërn reichen die Lungen durch die ganze Leibeshöhle; sie stellen bei Ceratodus einen unpaaren Sack dar, während sie bei den übrigen bis auf die gemeinsame vordere Partie getrennt sind.

Amphibien. Die beiden Lungen der Ichthyoden sind ungleich lang und in ihrer Mitte eingeschnürt. Bei den Salamandrinen sind beide Lungen von gleicher Länge und reichen weit nach hinten, bis zum hinteren Rande des Magens. Die Gymnophionen haben nur eine Lunge, und zwar ist die rechte vorhanden, während die linke rudimentär ist.

Die Lungen der Batrachier sind elliptisch, ganz gleich gestaltet und stellen dünne Säcke dar, deren Innenfläche ein stark ausgebildetes Balkennetz besitzt, durch welches die respirierende Oberfläche bedeutend vergrößert wird.

Reptilien. Die Lungen, deren Gestalt stets der des ganzen Körpers entspricht, sind am höchsten ausgebildet bei den Cheloniern und den Crocodilinen, insofern sich

bei beiden Gruppen kein grofser Binnenhohlraum mehr findet, wie noch bei den Eidechsen, sondern vielmehr — und dies Verhalten weist auf die Vögel und Säugetiere hin — ein schwammiges Gewebe vorhanden ist, das von den Ramifikationen der Bronchien, dem Bronchialsysteme, durchsetzt wird.

Die Lungen der Schlangen erinnern an die der Gymnophionen, da hier ebenfalls nur die rechte Lunge vorhanden, die linke dagegen rudimentär ist

Beim Chamaeleon finden sich in jeder Lunge 3 durch Scheidewände hergestellte Räume, welche je mit einem Bronchus kommunizieren. Hinten schwinden die Septa und die Lungen erhalten zahlreiche blindsackähnliche Fortsätze von verschiedener Länge, deren längste bis zum Becken sich erstrecken können.

An den Bronchien, deren Verästelungen für die Lungen der Schildkröten und Krokodile und der beiden höheren Vertebratenklassen charakteristisch sind, haben wir folgende Einzelheiten zu unterscheiden.

Der Stammbronchus, welcher durch die Teilung der Trachea entsteht, giebt die Seitenbronchien ab, an denen man in Rücksicht auf ihr Verhalten zu dem Verlaufe der Arteria pulmonalis zwei Hauptgruppen oder Systeme unterscheiden kann. Das eine ist das eparterielle Bronchialstystem; es liegt oberhalb der Pulmonalis und wird von nur einer Reihe von Seitenbronchien gebildet; das andere ist das hyparterielle Bronchialsystem, es liegt unterhalb der Pulmonalis und besteht aus 2 Reihen von Seitenbronchien.

Vögel. Mit den Lungen der Vögel müssen zu gleicher Zeit besondere, mit dem Respirationsakte in engster Beziehung stehende Bildungen besprochen werden, nämlich die Luftsäcke.

Der Haupt- oder Stammbronchus einer jeden Lunge geht an der hinteren äufseren Partie des Organs in den abdominalen Luftsack über. Ein ventraler, sehr starker Seitenbronchus mündet in den hinteren diaphragmatischen Luftsack. Vier bis sechs andere Seitenbronchi verteilen sich im Lungengewebe; einer von ihnen, der obere, geht aufserdem zum cervicalen Luftsacke. Diese letzteren Bronchien heifsen Bronchi divergentes; aus ihnen kommen die Bronchien III. Ordnung, die Parabronchia von Huxley, deren Ramifikationen hauptsächlich mit der respiratorischen Oberfläche der Lungen in Verbindung stehen.

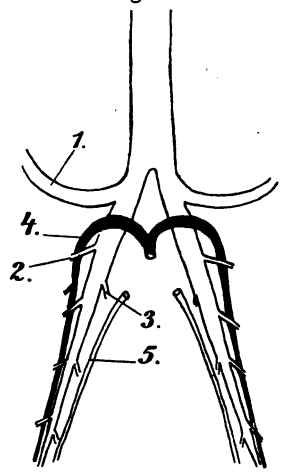
Die Luftsäcke umgeben die Brust- und Baucheingeweide, liegen zwischen den Muskeln und dringen in die Knochen ein, welche dadurch pneumatisch werden; nur bei Möwen und einigen wenigen anderen Vögeln sind keine pneumatischen Knochen vorhanden. Man unterscheidet folgende verschiedene Luftsäcke.

Die beiden abdominalen Luftsäcke sind median in der Leibeshöhle gelegen und dorsal an das fibröse Zwerchfell und die Bauchwand angeheftet; sie gehen zwischen Niere und Leibeswand in die Hüftmuskeln.

Die thoracalen Luftsäcke sind zwischen dem fibrösen Zwerchfell, der Herzbasis und der Rumpfwand gelegen und an die sie umgebenden Gebilde befestigt.

Die cervicalen Luftsäcke, beiderseits von Speiseröhre und Wirbelsäule gelegen, erstrecken sich von der Lungenspitze in die Muskulatur und das Skelet des Halses.

Fig. 88.



Schema des Bronchialbaumes der Säugetiere; nach Aeby (aus Wiedersheim).
1 = eparterieller Bronchus;
2 = hyparterielle ventrale,
3 = hyparterielle dorsale Bronchien;
4 = Arteria pulmonalis;
5 = Vena pulmonalis.

Im vorderen Teile der Brust findet sich noch der meist unpaare Supracoracoidalsack, mit welchem Lufträume in Verbindung stehen, die sich zwischen Herzbeutel und Sternum finden.

Säugetiere. Das eparterielle Bronchialsystem zeigt eine bedeutend geringere Entwicklung als das hyparterielle, auch kann der eparterielle Bronchus entweder nur auf der einen Seite oder auf beiden Seiten auf die Trachea aufrücken. Den meisten Säugetieren fehlt der linke eparterielle Bronchus überhaupt, das gleiche Verhalten ist beim Menschen vorliegend.

Wir können nach Aeby bei den Säugetieren 4 Typen des Bronchialbaumes unterscheiden:

Der erste Typus zeigt einen Bronchialbaum mit rechtem und linkem eparteriellem

Bronchus, und zwar besitzt er 2 Modifikationen; das eine Mal steht der eparterielle Bronchus jederseits auf dem Stammbronchus, so bei Bradypus, Equus, Elephas, Phoca, das andere Mal ist er links bronchial, rechts tracheal gestellt, bei Phocaena communis, Delphinus delphis Auchenia.

Der zweite Typus hat nur einen rechten eparteriellen Bronchus. Auch hier finden sich 2 Modifikationen; das eine Mal ist der eparterielle Bronchus bronchial gestellt, bei den Monotremen, Marsupialien, Edentaten (ausgenommen Bradypus), Nager (ohne Hystrix), Insektenfresser, Fledermäuse, Halbaffen, Affen, Mensch; das andere Mal ist er tracheal gestellt, bei den Artiodactyla (ohne Camelus und Lama), vielen Cetaceen.

Im dritten Typus haben wir einen Bronchialbaum, bei dem gar kein eparterieller Bronchus vorhanden ist, bei Balaena mysticetus und antipodum.

Im vierten Typus endlich ist Trachea in 3 ungleiche Bronchien geteilt, bei Pontoporia.

Das Verhalten des eparteriellen Bronchus ist für das Verständnis der Einteilung der Säugetierlungen von grofser Wichtigkeit. Es dürfen nämlich die Oberlappen beider Lungen (bei Menschen etc.) nicht homologisiert werden, denn es entspricht der rechte Oberlappen dem eparteriellen Bronchus, der linke Oberlappen dagegen dem ersten hyparteriellen Bronchus. Rechts geht der erste hyparterielle Bronchus in den Mittellappen ein, dieser also ist dem linken Oberlappen homolog. Dadurch ist also eine Asymmetrie zwischen rechts und links bedingt, die nicht blofs eine äufserliche ist. In dem sogenannten unteren Lungenlappen ramifiziert sich der Stammbronchus, während im Oberlappen (Mittellappen rechts) der erste hyparterielle Seitenbronchus sich verästelt. Der Unterlappen ist daher kein Lappen, sondern der eigentliche Lungenstamm.

Die Brusthöhle wird von dem Brustfelle, der Pleura, überzogen, an dem man ein parietales Blatt oder Pleura costalis und ein viscerales Blatt oder Pleura pulmonalis unterscheidet; beide Blätter hängen an der Lungenwurzel mit einander zusammen. Die mediane Partie der Pleura heifst Mittelfell oder Mediastinum.

Die Pori abdominales finden sich bei Cyclostomen, Selachiern, Ganoiden, Dipnoërn, manchen Teleostiern, Schildkröten und Krokodilen und stellen paarige, beiderseits der Medianlinie sich findende Öffnungen der Peritonealhöhle dar, wodurch eine Kommunikation des Coeloms mit dem umgebenden Medium bewirkt wird. Die Öffnungen liegen in der Nähe der Mündungen des Urogenitalapparates und des Darmkanales im Grunde der Kloake oder auf einer Papille.

Uro-poëtisches System (Harn- und Geschlechtssystem).

Die innige Zusammengehörigkeit der Harn- und Geschlechtsapparate wird durch die Entwicklung derselben klar dargethan; es ist daher notwendig, auf letztere hier kurz einzugehen.

Bei den Anamniern findet sich zu beiden Seiten der Wirbelsäule ein bei den einen (Teleostier, Lepidosteus, Amphibien) von Anfang an hohler, bei den anderen (Cyclostomen, Selachier, Störe) sekundär hohl werdender Strang, der sogenannte Vornieren- oder Kopfnierengang. Derselbe oder vielmehr sein Lumen kommuniziert mit der Leibeshöhle (Coelom) durch Kanäle, welche in wimpernde, segmental angeordnete Öffnungen führen. Diese Kanäle sind der Pronephros oder die Vorniere. In jedem der Kanäle findet sich ein Malpighi'sches Körperchen; der Vornierengang mündet in die Kloake.

Es tritt nunmehr eine zweite Niere auf, die Urniere oder Mesonephros, während die Vorniere sich nach und nach zurückbildet. Die Urniere erscheint zunächst in Form solider, dann hohl werdender Auswüchse des Leibeshöhlenepithels, welche streng segmental geordnet sind. Durch ihre Vereinigung mit dem Vornierengange, welcher nicht, wie der Pronephros selber, rückgebildet wird, entsteht der primitive Urnierengang. An den segmentalen Anlagen der Urniere sind mehrere Abschnitte zu erkennen, die als Peritonealtrichter oder Segmentaltrichter (Nephrostom) — Öffnung nach der Leibeshöhle —, Malpighi'sches Körperchen oder Glomerulus, Drüsenschlauch und Endstück bezeichnet werden.

Die Urniere bleibt dauernd in Funktion, d. h. ist wirkliches Harnorgan bei allen Anamniern; ausschliefslich in dieser Richtung fungiert sie bei Cyclostomen, Ganoiden und Teleostiern, während sie bei Selachiern und Amphibien Verbindungen mit dem Genitalapparate eingeht, ein Verhalten, das auf die Amnioten hinweist.

Der Vornierengang, spätere primitive Urnierengang, hat neben der Funktion der Ausleitung der Nierenexkrete bei Selachiern und Amphibien die Funktion der Ausleitung der Geschlechtsprodukte. Allerdings ist in dieser doppelten Hinsicht nur ein Teil des Ganges thätig, der durch Längsspaltung in 2 Abschnitte zerfällt. Der eine Abschnitt heifst Leydig'scher Gang oder Harnsamenleiter, der andere Müller'scher Gang. Der letztere behält bei den männlichen Tieren einen rudimentären Zustand, bei den weiblichen dagegen wird er zur Tube oder Oviduct, Uterus und Vagina, während der Leydig'sche Gang, auch sekundärer Urnierengang genannt, bei weiblichen Tieren als Ureter fungiert. Bei Cyclostomen und einigen Fischen sind keine besonderen Geschlechtsgänge vorhanden; die Geschlechtsprodukte werden in das Coelom entleert und durch die Pori abdominales nach aufsen geführt.

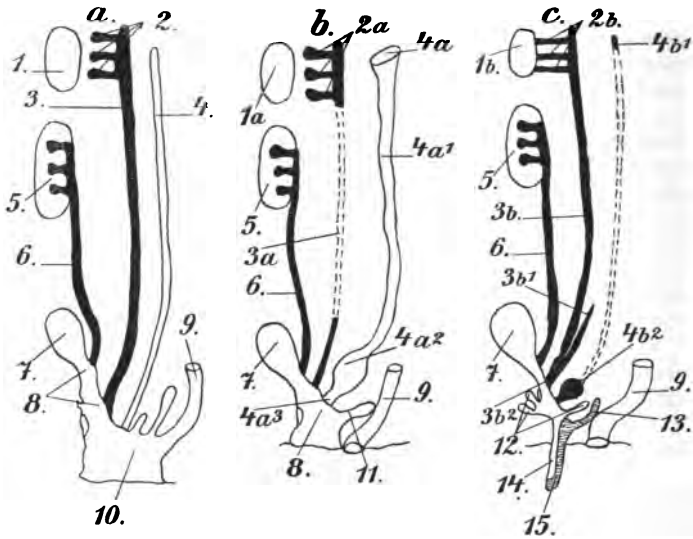
Die Vorniere der Amnioten ist ein schon embryonal nur wenig ausgebildetes Organ, das frühzeitig verschwindet.

Die Urniere dagegen, welche bei den Amnioten nicht vom Coelomepithel gebildet wird, erscheint in Form von Bläschen, die sich sekundär mit dem anfänglich soliden, dann sich von vorn nach hinten aushöhlenden Urnierengange verbinden. Der Mesonephros wird bei Amnioten nicht zur wirklichen Niere, sondern unterliegt einem Funktionswechsel, indem aus ihm bei den männlichen Tieren das Rete testis, die Vasa efferentia testis, der Kopf der Epididymis, die gestielte Hydatide und die Paradidymis sich bilden, während bei den weiblichen Individuen aus ihm das Parovarium und das Paroophoron, ein Homologon der Paradidymis, werden.

Die bleibende Niere der Amnioten, der Metanephros, entsteht als eine Zellmasse zwischen Somiten und Peritoneum und in sie hinein wächst ein als Ureter fungierender Teil des (noch zu besprechenden) Wolff'schen Ganges. Der Ureter separiert sich später allmählich von dem Gange.

Der Müller'sche Gang bildet bei den weiblichen Amnioten die gleichen Teile wie bei den weiblichen Anamnia. Bei den männlichen Amnioten wird der Gang zur ungestielten Morgagni'schen Hydatide und in seinem

Fig. 89.



Schema des Verhaltens des weiblichen und männlichen Geschlechtssystems der höheren Wirbeltiere; nach Huxley (aus Wiedersheim).

a = indifferenter Zustand; *b* = weibliche Organe; *c* = männliche Organe.

1 = Geschlechtsdrüse;
2 = Urniere;
3 = Wolff'scher Gang;
4 = Müller'scher Gang;
5 = Metanephros;
6 = Ureter;
7 = Blase;
8 = Sinus urogenitalis;
9 = Rectum;
10 = Kloake.

1a = Ovarium;
2a = Parovarium;
3a = Gartner'scher Gang;
4a = Ostium tubae;
4a¹ = Tube;
4a² = Uterus;
4a³ = Vagina;
5 = Metanephros;
6 = Ureter;
7 = Blase;
8 = Sinus urogenitalis;
9 = Rectum;
11 = Bartholini'sche Drüse.

1b = Hoden;
2b = Nebenhoden;
3b = Vas deferens;
3b¹ = Vesicula seminalis;
3b² = Ductus ejaculatorius;
4b¹ = gestielte Morgagni'sche Hydatide;
4b² = Uterus masculinus;
5 = Metanephros;
6 = Ureter;
7 = Blase;
9 = Rectum;
12 = Prostata;
13 = Cowper'sche Drüse;
14 = Penis;
15 = Corpus cavernosum.

distalen Abschnitte zu einem Bläschen, dem Uterus masculinus, der bei den Säugetieren in den Sinus urogenitalis mündet.

Der Urnierengang oder Wolff'sche Gang wird bei weiblichen Amnioten reduziert oder bei manchen Säugetieren zum Gartner'schen Gange und geht zum Teil auch in das Parovarium über.

Bei männlichen Amnioten bildet sich aus dem Wolff'schen Gange das Vas deferens und Körper und Schwanz der Epididymis.

Bei Sauropsiden und Monotremen mündet das Urogenitalsystem und der Darmkanal in die Kloake; bei den höheren Säugetieren trennen sich beide Mündungen, Darm und Urogenitalsystem öffnen sich gesondert nach aufsen, getrennt durch das Perineum oder Mittelfleisch.

Auf die Bildung der Geschlechtsdrüsen, Hoden und Eierstock, und der accessorischen Teile derselben — Prostata und Cowper'sche Drüsen beim männlichen, Bartholini'sche Drüsen beim weiblichen Geschlechte — kann hier nicht näher eingegangen werden; das Nöthige findet sich in den Lehrbüchern der Entwicklungsgeschichte.

Der Harnapparat. Die Acranier besitzen keine differenzierten Harnorgane.

Unter den Cyclostomen haben die Myxinoiden eine persistierende und exkretorisch fungierende Vorniere, während bei den Petromyzonten eine Urniere auftritt.

Fische. Nur wenige Teleostier besitzen eine als Harnorgan fungierende Vorniere, bei den meisten ist vielmehr eine Urniere vorhanden, welche zu beiden Seiten der Wirbelsäule gelegen und von schmaler, bandförmiger Gestalt ist. Die Ureteren (primäre Urnierengänge) gehen in eine Harnblase über, welche aber mit dem gleichen Organe der höheren Vertebraten morphologisch nicht zu parallelisieren ist. Die Blase mündet entweder allein hinter dem After oder mit den Ausführungsgängen des Genitalapparates zusammen.

Bei den Selachiern ist ein vorderer und hinterer Urnierenabschnitt zu unterscheiden, von denen der letztere ausschliefslich Nierenfunktion hat und in den sekundären Urnierengang mündet, während der vordere bei männlichen Tieren mit den Geschlechtsorganen in Beziehung tritt.

Die Ganoiden haben Nieren von sehr langgestreckter Form, an denen man einen Kopfteil, einen Mittelteil und einen Bauch- und Caudalteil unterscheiden kann. In dem letzten Abschnitte bilden beide Nieren einen median verschmolzenen unpaaren Körper, und ebenso sind am Kopfteile in einer geringen Ausdehnung beide Nieren vereinigt. Die primären Urnierengänge beider Seiten verbinden sich an dem hinteren Ende der Nieren und gehen in den Anus.

Die Niere der Dipnoër ist eine Urniere, sie hat eine längliche, bandförmige Gestalt, beide Organe berühren einander beinahe an ihrem Hinterende. Die Harnleiter liegen intrarenal, d. h. im Innern der Nierensubstanz, und münden in die Kloake, an der sich eine Harnblase findet.

Amphibien. Die Nieren der Gymnophionen, welche Gruppe die primitivsten Verhältnisse erkennen läfst, sind lang, schmal und bandförmig von Gestalt und ursprünglich streng segmental angelegt, während beim erwachsenen Tiere stets eine gröfsere Menge von Nephrostomen zu einem Segmente gehören; nur in der vordersten Partie erhält sich der embryonale Zustand.

An den Nieren der Urodelen ist ein Beckenabschnitt (Beckenniere) und ein Geschlechtsabschnitt (Geschlechtsniere) zu unterscheiden. Die erstere Partie ist angeschwollen, hat keulenförmige Gestalt und funktioniert ausschliefslich als harnbereitendes Organ. Letztere, die Geschlechtsniere, ist sehr lang und schmal und nimmt Kanälchen aus dem Hoden auf, die entweder direkt in die Niere eintreten (Vasa efferentia) oder erst in einen Sammelgang übergehen und dann erst in die Niere münden. Die Kanälchen gehen im Innern der Niere in die Harnkanälchen über, die also in diesem Teile Harn und Samen führen. Der Harnleiter (Leydig'scher Gang), der vorn an der Geschlechtsniere beginnt, nimmt aus der Geschlechtsniere und der Beckenniere zahlreiche Kanälchen in sich auf und funktioniert somit als Harnsamenleiter. Dies ist der Fall bei den männlichen Urodelen. Bei den weiblichen Tieren sind die Vasa efferentia abortiert, hier treten die Geschlechtsprodukte nicht durch die Niere in den Leydigschen Gang, dieser ist daher nur Ureter.

Die Nieren der Anuren sind viel kürzer und platter als die der Urodelen und eine Unterscheidung in 2 Abschnitte

nicht möglich. Der Ureter ist anfänglich intrarenal gelagert, liegt dann aber frei und mündet in die Kloake.

Die Harnblase der Urodelen und Anuren hat sehr häufig am Scheitel eine Einkerbung und dadurch eine gelappte Gestalt.

Reptilien. Bei dieser Klasse tritt zum ersten Male der Metanephros auf, der keine Nephrostomen besitzt; er allein bildet die als harnbereitendes Organ funktionierende Niere, während die Urniere keinerlei Beziehungen mehr zur Exkretion behält. Die Niere, stets kleiner als die der Urodelen und Fische, liegt in der Beckengegend oder in der Mitte des Rumpfes.

Bei den Ophidiern treffen wir lange, bandartige und gelappte Nieren, deren vordere und hintere Enden zugespitzt erscheinen. Rechte und linke Niere gleichen einander nicht immer in ihrem Aussehen, erstere reicht stets weiter nach vorn als letztere. Die Ureteren verlaufen eine ganze Strecke frei in der Leibeshöhle; eine Harnblase ist nicht vorhanden.

Die beiden Nieren der Saurier zeigen ziemlich abweichende Gestaltungsverhältnisse. Nur wenig gelappt bei Lacerta, sind sie bei den Monitoren sehr stark eingekerbt. Die Ureteren sind bei den letzteren lang und verlaufen eine grofse Strecke frei in der Leibeshöhle, bei Lacerta sind sie kürzer. Die Harnblase fehlt keinem Saurier; dieselbe ist von schlanker Gestalt und ziemlich grofs.

Die Crocodilinen haben eine längliche Niere, deren Oberfläche bei erwachsenen Tieren tiefere Einkerbungen besitzt als bei jungen, wo sie nur am medialen Rande gelappt erscheint. Die Ureteren verlaufen eine weite Strecke frei; eine Harnblase ist nicht vorhanden.

Bei den Schildkröten endlich haben die Nieren gedrungene Gestalt und liegen dem hinteren Ende sehr genähert. Die Ureteren sind kurz, die Harnbase ist grofs und am Scheitel oft in 2 Hörner ausgezogen.

Vögel. Die Nieren der Vögel sind im Becken gelegen und haben überall eine mehr oder minder ausgeprägte lappige Form. Die Ureteren sind stark, von weifser Farbe, liegen ventral der Niere auf und ziehen dann noch ein Stück frei in der Leibeshöhle dahin. Sie münden in den Sinus urogenitalis seitlich von der Einmündungsstelle der Geschlechtsgänge. Eine Harnblase fehlt bei den Vögeln.

Säugetiere. Die Nieren der Säuger haben meist bohnenförmige Gestalt; der konvexe Rand ist der äufsere, der konkave, an welchem die Arterien und Nerven eintreten und Venen und Ureteren abgehen, ist der innere; der konkave Rand heifst Hilus. Die rechte Niere liegt häufig tiefer als die linke.

In fötaler Zeit besteht bei allen Säugern die Niere aus zahlreichen Läppchen, den sogenannten Renculi oder Lobuli. Dieselben persistieren und die Nieren erscheinen infolge dessen gelappt (Wale, Robben, Bär, Schwein, etc.) oder es verwachsen einzelne Renculi mit einander und die Niere wird höckerig (Hyäne, Rind, Elephant, etc.) oder endlich, und dieses Verhalten findet sich bei den meisten Säugetieren, es verwachsen alle Renculi mit einander und die Nierenoberfläche ist dann glatt (Mensch, Affe, etc.).

Jedem Renculus entspricht eine Papille, in welcher die Harnkanälchen münden, die Papillen gehen über in die Nierenkelche (Calyces) und diese öffnen sich in das Nierenbecken (Pelvis), aus welchem dann der Ureter entspringt. Bei Monotremen, Beuteltieren, Zahnarmen, Nagern, Fledermäusen, Hund und Katze verwachsen sämtliche Papillen mit einander, so dafs bei diesen Tieren nur eine einzige Nierenpapille vorhanden ist.

Die Ureteren münden in die bei keinem Säugetiere fehlende Harnblase; diese geht in die Harnröhre (Urethra) über, welche bei weiblichen Säugern stets kürzer ist als bei männlichen. Bei letzteren ist sie mit dem Begattungsorgane verbunden und besitzt einen Schwellkörper (Corpus cavernosum urethrae).

Der Geschlechtsapparat. Bei den Acraniern tritt erst relativ spät eine Differenzierung der Geschlechter ein. Anfänglich ist nur eine gelappte Blase vorhanden, die sich beim Männchen mit Samen füllt (Hoden), während beim Weibchen die Eier sich ausbilden. Die Ovarien sind segmental angeordnet. Die Geschlechtsprodukte werden durch die Pori abdominales nach aufsen entleert, ein Verhalten, das auf ursprüngliche Zustände hinweist, und das sich nur noch bei Cyclostomen, weiblichen Aalen, Lachsen und einem Selachier, Laemargus borealis, wiederfindet.

Cyclostomen. Ovarien und Hoden der Myxinoiden sind unpaare, langgestreckte Organe, welche dorsal vom Darme

gelegen sind und an letzterem durch eine Art Aufhängeband (Mesovarium und Mesorchium) befestigt werden.

Ebenfalls unpaar sind Hoden und Eierstock der Petromyzonten, die zwischen Niere und Darm gelagert sind und fast die ganze Länge der Leibeshöhle einnehmen.

Fische. Bei dieser Klasse sind die Geschlechtsdrüsen paarig, doch findet sich häufig eine Asymmetrie, ja zuweilen schwindet auf einer Körperseite das Geschlechtsorgan vollkommen.

Selachier. Die Ovarien sind fast stets paarig, nur bei den Scyllien und der Familie der Nictitantes ist das Organ unpaar. Die Oviducte sind aber in allen Fällen ohne Ausnahme paarig vorhanden und münden in einer gemeinschaftlichen Öffnung an der Ventralseite. Am Oviduct unterscheidet man 2 Abschnitte: die mit Flimmerepithel ausgekleidete Tube (eigentlicher Oviduct) und den nicht flimmernden Uterus. In der Tubenwandung findet sich die Eileiterdrüse, deren Sekret die Eischale absondert; Torpedo, welche Gattung vivipar ist, besitzt keine Eischale. Bei Pristiurus reifen immer zu gleicher Zeit 2 Eier, eines im rechten und eines im linken Ovarium.

Die Hoden sind stets paarig, die Vasa efferentia gehen in die vordersten Kanäle des Mesonephros über und bilden dann einen Längskanal, aus welchem ebensoviele Querkanäle entspringen, als Vasa efferentia vorhanden sind.

Ganoiden. Bei den Knorpelganoiden haben die Ausführungsgänge der Ovarien, die Tuben, ein Ostium abdominale, d. h. sie münden frei in die Bauchhöhle und vereinigen sich mit dem Ureter. Die Hoden sind langgestreckt, bandförmig. Das Vas deferens ist an beiden Enden geschlossen, von ihm gehen Seitenkanäle (Vasa efferentia) zur Niere.

Bei den Dipnoërn erscheinen die Geschlechtsorgane als zwei lange, median verlaufende Falten.

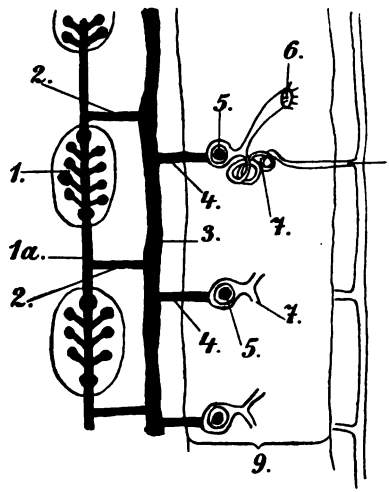
Die Ovarien der Teleostier haben schlauchförmige Gestalt; die Innenwand des Schlauches bildet die Eier. Die Tuben sind kurz und vereinigen sich öfters an ihrer hinteren Partie.

Die Hoden der Teleostier sind in die Länge gezogene Gebilde, die zwischen Nieren und Darm gelegen sind. Das Vas deferens ist häufig sehr weifs, vereinigt sich mit dem

der Gegenseite und mündet in die Kloake zwischen Rectum und Harnröhre.

Amphibien. Bei den Gymnophionen, deren Ovarien bandartig gestaltet sind, sind die Tuben sehr lang ausgezogen und der Niere seitlich angelagert. Das Ostium abdominale der Tube ist trichterförmig.

Fig. 90.



Schema des männlichen Geschlechtsapparates der Gymnophionen; nach Wiedersheim.

1 = Hoden; 1a = Sammelgang des Hodens; 2 = Querkanäle; 3 = Längskanal; 4 = Querkanäle zweiter Ordnung; 5 = Malpighi'sche Körperchen; 6 = Segmentaltrichter; 7 = Schleifenkanäle; 8 = Harnsamenleiter; 9 = Niere.

Die Hoden bestehen aus einzelnen, von einander entfernt liegenden Abschnitten, welche durch einen Sammelgang miteinander verbunden sind. Im Inneren der Hodenabschnitte liegen die Hodenkapseln, welche in kurze Kanälchen übergehen, die sich ebenfalls im Innern in den sämtliche Abschnitte durchziehenden Sammelgang öffnen. Der letztere giebt zwischen den einzelnen Hodenabschnitten immer einen Querkanal ab; sämtliche Querkanäle münden in einen lateral von der Niere gelegenen Längskanal. Aus diesem entspringt ein zweites System von Querkanälen, welche in das Nierenparenchym eindringen, zu den Malpighi'schen Körperchen gehen und dann durch die Schleifenkanäle in den Leydig'schen Gang (Harnsamenleiter) münden.

Bei den Urodelen sind die Ovarien langgezogene Schläuche, in deren Innerem die Eier sich bilden. Tuben und Ovarien sind nicht mit einander vereinigt, ein Verhalten, das übrigens bei allen Amphibien wiederkehrt.

Von den Hoden der Urodelen gehen kurze Vasa efferentia in einen Sammelgang über, der seinerseits Querkanäle abgiebt, welche durch den Geschlechtsabschnitt der Niere zum Leydig'schen Gange treten.

Was endlich die Geschlechtsorgane der Anuren anlangt, so ist darüber folgendes auszusagen.

Die Ovarien werden von zahlreichen, in einer Reihe der Länge nach angeordneten Taschen gebildet, die von einander vollständig getrennt sind. Die Tuben haben ein trichterförmiges Ostium abdominale und erweitern sich nach einem während der Laichzeit geschlängelten Verlaufe kurz vor ihrer Mündung in die Kloake zu uterusähnlichen Bildungen.

An den verschiedenartig gestalteten Hoden hängt der Fettkörper, ein meist orangegelbes, stark gelapptes Gebilde. Der Anurenhoden zeigt nur bei Bufo hinsichtlich seiner Ausführungsgänge Beziehungen zu dem Urodelenhoden, bei den übrigen Familien treten die Querkanäle nicht mehr in Verbindung mit den Malpighi'schen Körperchen.

Reptilien. Bei den Sauriern sind die Ovarien von spindelförmiger Gestalt und sackartig; im Innern des Sackes bilden sich die Eier. Die Eileiter, deren Schleimhaut die die Eischale absondernden Drüsen enthält, sind gewundene Schläuche, welche dorsal in die Kloake münden.

Die Hoden der Saurier, aus denen etwa 4 bis 5 Kanäle zu den Nebenhoden treten, haben für gewöhnlich birnförmige, in der Brunst rundliche Gestalt Die Vasa deferentia stehen mit den Nebenhoden in Verbindung und senken sich in die Kloake an deren dorsaler Wand ein. Die Mündungsstelle ist durch eine Papille kenntlich.

Die Genitalorgane der Schlangen weichen nur in nebensächlichen Punkten von denen der Saurier ab; die Differenzen sind in erster Linie bedingt durch die Körperform.

Bei den Schildkröten sind die Ovarien sehr stark ausgebildet. Ihre Oviducte sind gefaltet; das Ostium abdominale derselben sieht caudalwärts; sie münden in den Hals der Harnblase.

Aus den Hoden der Chelonier gehen Vasa efferentia zur Epididymis und letztere setzt sich in das Vas deferens fort, das, wie die Tuben bei den weiblichen Tieren, in den Hals der Harnblase mündet.

Vögel. Wie in allen anderen Punkten ihrer Organisation, so zeigen auch hinsichtlich der Geschlechtsorgane die Vögel die engsten Beziehungen zu den Reptilien. Gewöhnlich findet sich bei erwachsenen weiblichen Vögeln nur ein Ovarium und eine Tube, und zwar sind beide Male die Organe der rechten Körperseite erhalten, die der linken dagegen verkümmert. Das Ovarium hat die Form eines traubigen Sackes und liegt ventralwärts der Niere an deren vorderer Partie. Seitlich vom Ovarium findet sich das Ostium abdominale tubae. In der Schleimhaut der Tube kommen Drüsen vor, deren Sekret die Eischale liefert.

Die Hoden der Vögel, die stets paarig vorhanden sind, deren Gröfsenverhältnisse aber vielfach schwanken, bedecken die Nebenhoden und liegen zu den Seiten der Medianlinie. Das Vas deferens eines jeden Hodens liegt neben dem Ureter und mündet in der Kloake seitlich von der Ureteröffnung.

Säugetiere. Bei den Monotremen, die bekanntlich zu den Mammalia aplacentalia gehören, sind viele Ähnlichkeiten mit den Sauropsiden vorhanden. Der wichtigste Unterschied von den übrigen Säugern besteht wohl darin, dafs die Monotremen Eier legen.

Das linke Ovarium ist stärker ausgebildet als das rechte, die Gestalt desselben ist eine traubenförmige, die Eier werden in die Kloake entleert. Die Müller'schen Gänge bleiben getrennt.

Bei den Marsupialien ist die Gestalt der Ovarien eine sehr wechselnde. Die Didelphiden haben wie die Monotremen getrennte Müller'sche Gänge, d. h. die aus den Gängen sich bildenden beiden Uterushälften bleiben dauernd getrennt, ebenso die Vaginae. Bei anderen Beutlern legen sich die beiden Vaginae eng zusammen, so dafs schliefslich eine anscheinend einheitliche, blindsackartige Vagina entsteht.

Bei den übrigen Säugetieren, den Monodelphen, ist die Vagina unpaar, indem die hinteren Abteilungen der Müller'schen Gänge verwachsen. Die übrigen Teile der beiden Gänge können in verschiedenem Grade sich mit einander vereinen, so dafs der Uterus eine wechselnde Form zeigt. Je nach dem Verwachsungszustande unterscheidet man einen Uterus duplex, Uterus bipartitus, U. bicornis

und U. simplex. Der letztere ist bei allen Primaten und beim Menschen vorhanden. Die Tuben, welche die innersten Enden der Müller'schen Gänge sind, bleiben stets getrennt.

Die kleinen Ovarien haben einen Hilus, wo Gefäfse und Nerven eintreten; das Parovarium findet sich in der Nähe der Eierstöcke, es ist ein Überbleibsel der Urniere. Zuweilen ist noch ein Rest des Wolff'schen Ganges vorhanden, der Gartner'scher Gang genannt wird.

Die Hoden der Säugetiere, die im allgemeinen rundliche oder ovale Gestalt haben, bleiben bei einigen Gruppen zeitlebens in der Bauchhöhle liegen, bei anderen aber wandern sie aus derselben heraus. Dieser Descensus testiculi geschieht so, dafs sich in den Bauchdecken der Leistenkanal (Canalis inguinalis) bildet, durch den hindurch die Hoden treten, dabei das Peritoneum und die äufsere Haut vor sich herdrängend; letztere bildet den Hodensack (Scrotum). Einzelne Fasern des Musculus obliquus internus und transversus bilden den Hodenmuskel, den Musculus cremaster. Zur Zeit der Brunst wird der Hoden bei einigen Säugern (Beutler, Nager, Insektenfresser, Fledermäuse) in die Bauchhöhle hineingezogen, bei andern bleibt er immer aufserhalb der Bauchhöhle im Scrotum liegen.

Die ausführenden Kanäle des Hodens, die Vasa efferentia, treten durch das Corpus Highmori, das von der äufseren Hülle des Hodens gebildet wird, zur Epididymis. Aus der letzteren entspringt das Vas deferens, das in die Bauchhöhle zurücktritt, kurz vor seinem Ende zu der Vesicula seminalis sich erweitert und in den Ductus ejaculatorius übergeht. Die letzten Reste der Müller'schen Gänge bilden beim Menschen den sogenannten Uterus masculinus, der im Inneren der Vorsteherdrüse (Prostata) gelegen ist.

Das Marsupium der Beuteltiere ist ein accessorischer Teil des Geschlechtsapparates, der nur dieser darnach benannten Ordnung zukommt. Das Marsupium liegt an der Ventralseite des Körpers und dient zur Aufnahme der in fötalem Zustande geborenen Tiere, die hier ihre weitere Entwicklung durchmachen.

Die Begattungsorgane. Äufsere Begattungsorgane fehlen den Acraniern, Cyclostomen und Fischen vollständig. Bei den Männchen der Selachier soll ein Teil

der Bauchflosse, das Pterygopodium, als Begattungsorgan fungieren.

Die Gymnophionen sind die einzigen Amphibien, welche ein äufseres Begattungsorgan haben; es ist das die ausstülpbare Kloake.

Die männlichen Saurier und Schlangen unter den Reptilien haben 2 erektile Organe (Penis), die aufserhalb der Kloake unter der Haut des Schwanzes liegen. Dieselben dienen als Kopulationsorgane.

Bei den weiblichen Reptilien, und zwar bei allen Ordnungen, sind diese Gebilde nur schwach vorhanden; sie werden Clitoris genannt.

Die männlichen Kopulationsorgane der Crocodilinen und Schildkröten sind weniger weit hervorstülpbar, als die der Saurier und Schlangen. Hier sind echte Corpora cavernosa (Schwellkörper) vorhanden.

Der Penis der Ratiten, mancher Hühnervögel und der Schwimmvögel ist ein Rohr, das durch 2 fibröse Körper gestützt wird. Er wird durch ein elastisches Band zurückgezogen.

Die Säugetiere zeigen hinsichtlich der Kopulationsorgane 2 Hauptgruppen. Bei den Monotremen ist ein zwischen Sinus urogenitalis und Kloake gelegener Sack vorhanden, der den Penis beherbergt. Bei den übrigen Säugern entsteht der Penis aus dem Genitalhöcker. Er wird von 2 Schwellkörpern (Corpora cavernosa penis) gebildet, zu denen bei den männlichen Individuen noch das Corpus cavernosum urethrae hinzukommt. Der Penis enthält nämlich bei den männlichen Tieren die Urethra, während er bei den weiblichen Tieren, bei denen er sehr viel kürzer ist und Clitoris genannt wird, undurchbohrt bleibt. Die Glans penis, welche vom Praeputium überzogen wird, ist eine Fortsetzung des Corpus cavernosum urethrae.

In die Begattungsorgane münden beim männlichen Geschlechte die Prostata und die Cowper'schen Drüsen, beim weiblichen Geschlechte die Bartholini'schen Drüsen.

Druck von C. H. Schulze & Co. in Gräfenhainichen.

LANE MEDICAL LIBRARY

To avoid fine, this book should be returned on
or before the date last stamped below.

D1505
R25
1893
Rawitz, B.
Compendium der ver-
gleichenden Anatomie.
NAME
70930
DATE DUE